www.onera.fr

ONERA
THE FRENCH AEROSPACE LAB

PROPOSITION DE SUJET DE THESE

Intitulé : Perception mutuelle basée vision et communication visuelle entre UAVs | Vision-based mutual perception and visual communication between UAVs

Référence : **TIS-DTIS-2024-33**
(à rappeler dans toute correspondance)

Début de la thèse : 01/10/2024	**Date limite de candidature :**

Mots clés

Robotique Autonome, Vision par ordinateur, Apprentissage automatique

Profil et compétences recherchées

Présentation du projet doctoral, contexte et objectif

Cette thèse s'inscrit dans le cadre du projet ANR-VORTEX auquel les laboratoires de robotique de l'ENSTA et de l'ONERA prennent part. Ce projet s'intéresse à l'utilisation de flottes de petits drones pour la réalisation de missions d'exploration ou d'inspection à l'intérieur de bâtiments dans le cas particulier où les communications radio ne sont pas utilisables, ce qui peut être le cas lors de brouillage ou si le système doit être discret. Dans ce contexte, la thèse s'intéresse plus particulièrement à la mise en œuvre d'un système de communication visuelle au sein de la flotte de drones formant un réseau. Dans un tel système, les drones sont capables de transmettre des messages lumineux ou gestuels et de recevoir les messages provenant des autres membres en les observant.

La problématique principale de cette thèse est liée à la communication visuelle, c'est-à-dire concevoir (1) un protocole de communication visuelle entre drones qui permettent l'encodage d'un message en un signal visuellement perceptible et (2) une méthode de reconnaissance du message basée vision. Dans le cadre de cette thèse, nous visons à combiner deux sources complémentaires de signaux visuels : (a) des signaux lumineux colorés et (b) un langage des signes spécifique. Les sources lumineuses tel que des LED ont l'avantage d'être faciles à détecter car elles sont à la fois brillantes et de couleurs bien distinctes. Elles sont également de faible consommation et offrent une expressivité raisonnable grâce à la modulation temporelle (couleurs, intensité, paternes, etc.). La langue des signes offre des perspectives intéressantes comme mode de communication visuelle alternatif qui ne nécessite pas d'instrumentation dédiée. Inspiré par le mode de communication des abeilles basé sur le vol (danse) [1, 2], nous souhaitons exploiter l'extrême agilité des drones quadrirotor, pour développer une syntaxe de base à partir de manœuvres simples et non ambiguës du drone (par exemple des déplacements horizontaux/verticaux, des oscillations, trajectoires circulaires, etc.). Différentes stratégies peuvent être mise en œuvre pour définir ce protocole, on peut par exemple définir un ensemble statique de messages ou bien un alphabet permettant la composition de message. Une autre approche peut être d'utiliser les techniques d'apprentissage tel que les auto-encodeurs afin de définir une représentation latente exprimée dans l'espace des trajectoires ou des méthodes d'apprentissage par renforcement [5].

Afin de réaliser le décodage des messages, il sera nécessaire de construire des algorithmes permettant, à partir de l'image acquise (monoculaire), de détecter les drones voisins puis, en fonction de la modalité et de la stratégie de communication choisie, de reconstruire les informations nécessaires (couleur et intensité, localisation relative 6D,…). Ces algorithmes devront être particulièrement robuste car les conditions de prise de vue pourront être très dégradées (faible luminosité, arrière-plans visuels complexes, occultations, etc.). De plus, nous ne souhaitons pas être fortement dépendants du drone utilisé et de son apparence. Pour cela nous privilégions ici des méthodes dites « faiblement supervisées » qui ne nécessite pas de constituer une importante base d'apprentissage annotée pour chaque drone utilisé. Ainsi les méthodes envisagées sont les méthodes capables de créer un modèle de représentation du drone auto-supervisé (tel que les Nerf [3]) et les méthodes de détection générale (de type Zero ou Few Shot [4]). Cette étape de détection étant fortement liée au besoin du protocole de communication, ces deux algorithmes seront donc coconstruits.

L'objectif de la thèse est de lever ces verrous scientifiques afin de mettre en œuvre un tel système sur une petite flotte de drones prototype composée de 2 à 3 drones. Différents outils logiciels seront mis en œuvre tel que des bibliothèques dédiées à l'apprentissage profond (PyTorch, Jax), des middleware robotique (ROS) et des simulateurs (Gazebo, AirSim). Enfin, les moyens expérimentaux des différents laboratoires seront également mis à disposition afin de réaliser des expérimentations sur plateforme réelle.

Bibliographie :

[1] K. von Frisch. The Dance Language and Orientation of Bees. Harvard University Press, Cambridge, MA and London, England, 1993.

[2] Y. Li, Y. Gao, B. -B. Yin and Q. Quan, "Bee-Dance-Inspired UAV Trajectory Pattern Design for Target Information Transfer without Direct Communication" 2021 40th Chinese Control Conference (CCC), Shanghai, China, 2021

[3] Li, Fu & Yu, Hao & Shugurov, Ivan & Busam, Benjamin & Yang, Shaowu & Ilic, Slobodan. (2022). NeRF-Pose: A First-Reconstruct-Then-Regress Approach for Weakly-supervised 6D Object Pose Estimation.

[4] Y. He, Y. Wang, H. Fan, J. Sun and Q. Chen, "FS6D: Few-Shot 6D Pose Estimation of Novel Objects," in 2022 IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR), New Orleans, LA, USA, 2022 pp. 6804-6814.

[5] Nguyen, Ngoc Duy & Nguyen, Thanh & Creighton, Doug & Nahavandi, Saeid. (2020). A Visual Communication Map for Multi-Agent Deep Reinforcement Learning.

Collaborations envisagées

ENSTA Paris dans le cadre d'un projet ANR

Laboratoire d'accueil à l'ONERA

Département : Traitement de l'Information et Systèmes

Lieu (centre ONERA) : Palaiseau

Contact : Julien Moras, Alexandre Eudes, Sylvain Bertrand

Tél. : Email : julien.moras@onera.fr

Directeur de thèse

Nom : Julien Moras / Antoine Manzanera

Laboratoire : ONERA DTIS / ENSTA Paris

Tél. :

Email : julien.moras@onera.fr / Antoine.Manzanera@ensta-paris.fr

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