



Sujet de post-doc

Données vision et inertielles pour la navigation de haute précision

Encadrants : Hassen Fourati et Christophe Prieur

Lieu : Gipsa-lab, CNRS, Université de Grenoble Alpes, Grenoble

Contacts : hassen.fourati@gipsa-lab.grenoble-inp.fr
et christophe.prieur@gipsa-lab.fr

Début du post-doc : le plus tôt possible, à partir du 1^{er} septembre 2021

Durée : à discuter en fonction de la date du début du post-doc.

En s'appuyant les résultats obtenus sur navigation proposée pendant des travaux récents menés au Gipsa-lab, il s'agira de proposer de nouvelles techniques et de nouvelles perspectives se basant sur des données vision et sur des mesures inertielles de haute qualité (comme celle qu'on peut rencontrer sur des capteurs très performants, avec une classe de performance meilleure que 1 Nautique/heure par exemple). Plus précisément, il s'agit donc d'identifier les architectures candidates de systèmes de Navigation et Géolocalisation par vision couplées à de l'inertiel, permettant d'atteindre les besoins de performances émergents de futures plates-formes. Le post-doc comportera une étude bibliographique, ainsi qu'un maquettage (par exemple Matlab) sans se priver des solutions les plus audacieuses et les plus innovantes.

L'étude de l'état de l'art se focalisera sur une recherche bien détaillée sur l'utilisation des données « vision » pour l'estimation de l'attitude, position, déplacement et vitesse. Une attention particulière sera donnée aux algorithmes de traitement d'images et d'extraction de primitives pour la Navigation. Cette étude bibliographique vise à faire le bilan des méthodes disponibles dans la littérature pour le développement de solutions fonctionnelles. Ces solutions doivent inclure le traitement des capteurs (vision et éventuellement inertiels et/ou magnétiques) ainsi que l'hybridation des différentes sources de données pour la navigation. Nous allons prendre en compte les solutions proposées dans [1], [2], [3]. Nous voulons étendre cette recherche aux méthodes incluant

également du recalage par les techniques de cartographie [4]. L'idée est de trouver des métriques communes qui vont nous permettre de classer ces différentes méthodes. Nous allons identifier les avantages et inconvénients de chaque méthode dans un tableau bien détaillé (type d'algorithme, type de bruit, niveau de maturité, performance, implémentabilité de la méthode pour une solution fonctionnelle complète, maquettage comme envisagé dans l'étape 2, etc.). Il est également nécessaire de définir les performances des différents capteurs à utiliser (vision, inertiels...) pour pouvoir atteindre les performances souhaitées (en position, vitesse, attitude). On fera aussi attention si des méthodes d'intelligence artificielle (nécessitant des bases de données de soutien) sont utiles à appliquer dans ce cadre, par exemple pour le réglage intelligent et régulier des matrices de covariances (du processus et mesures) pour ce type de filtres. Un certain nombre de méthodes en Automatique sont apparues pour traiter ce problème dans le cas des EKFs à savoir le Q-learning, le Deep Kalman Filter, les algorithmes génétiques, l'optimisation bayésienne, etc. Une mise en œuvre sur un banc expérimental disponible au laboratoire et développé par l'équipe technique sera possible à la fin du projet.

1. Références

- [1] Matthew B. Rhudy, Yu Gu, Haiyang Chao, and Jason N. Gross, Unmanned Aerial Vehicle Navigation Using Wide-Field Optical Flow and Inertial Sensors, *Journal of Robotics*, vol. 2015, Hindawi, 2015.
- [2] Z. Sjanic and F. Gustafsson, Navigation and SAR Focusing With Map Aiding, *IEEE Trans. on Aerospace and Electronic Systems*, vol. 51, no. 3, 2015.
- [3] Daniel Bender, Fahmi Rouatbi et al., Scaling the World of Monocular SLAM with INS-Measurements for UAS Navigation, *19th International Conference on Information Fusion, Heidelberg, Germany*, 2016.
- [4] T. Tossetal et al., Navigation with SAR and 3D-map aiding, *18th International Conference on Information Fusion, Washington, DC, USA*, 2015.

2. Références spécifiques au GIPSA-Lab

- [1] C.-I. Chesneau, R. Robin, H. Meier, M. Hillion, and C. Prieur, Calibration of a magnetometer array using motion capture equipment, *Asian J. Control*, vol. 21 (4), pp. 1459-1469, 2019.
- [2] C.-I. Chesneau, M. Hillion, J.-F. Hullo, G. Thibault and C. Prieur, Improving magneto-inertial attitude and position estimation by means of a magnetic heading observer, *8th Conf. on Indoor Positioning and Indoor Navigation (IPIN'17)*, Sapporo, Japan, 2017.

- [3] C.-I. Chesneau, M. Hillon, and **C. Prieur**, Motion estimation of a Rigid Body with an EKF using Magneto-Inertial Measurements, *7th Conf. on Indoor Positioning and Indoor Navigation (IPIN'16)*, Madrid, Spain, 2016.
- [4] Z. Zhou, S. Mo, J. Wu, and **H. Fourati**. Behaviors Classification Base Distance Measuring System for Pedestrians via a Foot-mounted Inertial Sensor, *Asian Journal of Control*, vol. 21, no. 4, pp. 1-13, Oct. 2019.
- [5] J. Wu, Z. Zhou, **H. Fourati**, and R. Li. Generalized Linear Complementary Filter for Attitude Estimation from Multi-Sensor Observations: An Optimization Approach. *IEEE Transactions on Automation Science and Engineering*, vol. 16, no. 3, pp. 1330-1343, Jul. 2019.
- [6] T. Michel, P. Geneves, **H. Fourati**, and N. Layaïda. Attitude Estimation for Indoor Navigation and Augmented Reality with Smartphones. *Pervasive and Mobile Computing*, vol. 46, pp. 96-121, June 2018.
- [7] A. Makni, **H. Fourati**, and A. Y. Kibangou. Energy-Aware Adaptive Attitude Estimation Under External Acceleration for Pedestrian Navigation, *IEEE/ASME Transactions on Mechatronics*, vol. 21, no. 3, pp. 1366-1375, Jun. 2016.
- [8] M. Zmitri, **H. Fourati**, and **C. Prieur**. Improving Inertial Velocity Estimation Through Magnetic Field Gradient-based Extended Kalman Filter. *International Conference on Indoor Positioning and Indoor Navigation (IPIN'19)*, Pisa, Italy, Sep. 2019.
- [9] C.-I. Chesneau, M. Hillon, **C. Prieur**, and D. Vissière, Magnetic heading estimation with magnetic sensors, patent Sysnav, CNRS, 1757223, July 2017.
- [10] C.-I. Chesneau, M. Hillon, D. Vissière, and **C. Prieur**, Navigation estimation in a perturbed magnetic field, patent Sysnav, CNRS, 1756958, July 2017.