

## PROPOSITION DE POST-DOCTORAT

Référence : **PDOC-DTIS-2017-09**  
(à rappeler dans toute correspondance)

**Laboratoire d'accueil à l'ONERA :**

**Domaine :** Traitement de l'Information et Systèmes

**Lieu (centre ONERA) :** Palaiseau

**Département :** Traitement de l'Information et Systèmes

**Unité :** Image Vision Apprentissage (IVA)

**Contact :** Alexandre Eudes – alexandre.eudes@onera.fr - +33 1 80 38 65 49

**Intitulé :** **Localisation robuste de piéton en intérieur par fusion visio-inertielle**  
**Robust indoor pedestrian localisation using vision-IMU fusion**

**Mots-clés :** Localisation, vision par ordinateur, fusion visio-inertielle lâche.

### Contexte

Au sein du département DTIS (Traitement de l'Information et Systèmes) de l'ONERA, l'unité IVA mène depuis de nombreuses années des études et des recherches sur les techniques de localisation par vision [6].

Ce post-doc se déroule dans le cadre du projet ANR MALIN, challenge lancé par l'ANR et la DGA sur la localisation de piéton en environnement intérieur. Le but est d'évaluer différents systèmes de localisation en mettant en compétition plusieurs consortia, avec la volonté d'obtenir in fine un système portable, précis et robuste aux perturbations extérieures. Ce challenge se déroule sur 3 ans.

Pour répondre à ce projet l'ONERA est associé à un partenaire industriel : iXblue, acteur français majeur dans les systèmes de localisation inertielle. L'objectif est de combiner les compétences des partenaires ONERA et iXblue pour développer un système de localisation basé sur une hybridation lâche entre un capteur stéréo d'odométrie visuelle et une centrale inertielle haute performance (FOG). Le post-doctorant sera impliqué dans toutes les étapes de ce projet, depuis le développement du prototype de localisation, sa validation en conditions réelles, jusqu'à son évaluation dans les épreuves prévues au cours du challenge MALIN.

### Description du sujet

Ce sujet couvre deux thématiques scientifiques principales :

- La relocalisation par vision : le post-doc étudiera la mise en place d'un système de fermeture de boucle/relocalisation par de l'information visuelle avec prise en compte de l'état inertiel. Pour cela, il utilisera les techniques de relocalisation visuelle (Bag of Words [4], multi-index [5]) pour la construction en ligne d'une représentation de l'environnement ainsi que les méthodes de vérification géométrique ou statistique associées. La mise à jour sera faite par une méthode d'optimisation (bundle / pose graphe). Il s'intéressera également à la problématique du partage de l'information avec le filtre de la centrale inertielle lors de la fermeture de boucle.
- L'auto-calibrage de l'harmonisation visio-inertielle. Cette problématique consiste à ré-estimer en ligne la transformation rigide entre la caméra et la centrale inertielle. Des solutions *ad hoc* existent avec de très bonnes performances pour la calibration hors ligne [3]. Des travaux ont également été menés pour l'auto-calibrage en ligne [1] [2]. Il s'agira de proposer des méthodes prenant en compte les spécificités d'une centrale inertielle haute performance.

Durant le projet, le post-doctorant sera également partie prenante des développements suivants :

- adaptation de briques existantes d'odométrie visuelle sur de nouveaux capteurs et leur intégration dans le système de fusion.
- participation aux acquisitions de données et à la conception/réalisation du prototype.

Le candidat doit être détenteur d'une thèse et des compétences suivantes : connaissances en vision par ordinateur, SLAM visuel ou fusion visio-inertielle, odométrie visuelle, reconstruction 3D, relocalisation et indexation, optimisation, propagation d'incertitude.

La maîtrise des développements logiciels en C++ est requise.

Les points suivants seront fortement appréciés :

- Une expérience du capteur inertielle et des problématiques de fusion vision/inertie ;
- Une connaissance de ROS (*Robot Operating System*) ;
- Démarche expérimentale et mise en place de campagnes d'acquisition ;
- Développement en Python.

Les travaux seront majoritairement effectués à l'ONERA en collaboration avec iXblue. Cependant :

- des déplacements sont à prévoir sur le site d'iXblue à Saint-Germain-en-Laye, ainsi que sur les lieux des épreuves du challenge MALIN ;
- une période de détachement chez le partenaire iXblue est envisagée.

**Title :** Robust indoor pedestrian localisation using vision-IMU fusion

**Keywords :** Localisation, computer vision, loose vision-IMU fusion

### **Context**

In the DTIS department (Information processing and System) of ONERA, the IVA team has been working on visual localisation methods for many years (see e.g. [6]).

This post-doc position is proposed within the scope of the 3 years ANR MALIN project, a challenge started by ANR and DGA on pedestrian localisation in indoor environments. The aim is to benchmark different indoor localisation systems thanks to the competitive evaluation of 5 consortiums to finally obtain an embedded, accurate and robust system. In this challenge, ONERA is associated with an industrial partner: iXblue, a French leader in inertial localisation systems. The goal is to build on the expertise of ONERA and iXblue to develop a localisation system based on loose fusion of stereo visual odometry and high performance inertial measurement unit (FOG).

The post-doc will be involved in all steps of the project, from prototype development, validation on real environment, to the evaluation in the different trials scheduled during the MALIN challenge.

### **Subject**

This subject is about two main scientific problematics :

- Online relocalisation by vision: the post-doc will study the development of a loop-closure/relocalisation system by using visual information. Relocalisation methods (Bag or Words [4], multi-index [5]) will be considered to build an online abstraction of the environment along with geometrical and statistical methods to improve robustness of the loop closure detection. The update will then be performed with an optimisation technique (bundle/pose graph). The main interest here is how to use the high quality

IMU measurements in state of the art method and how to share information with the IMU internal filter on loop closure events.

- Auto-calibration of vision-IMU sensors: We will look at the problem of the online estimation of the rigid transform between a camera and the IMU. *Ad hoc* solutions have been proposed for offline calibration with very good performance and repeatability [3]. Some work also explored the online calibration problem [1] [2]. Again, we will look here at how existing methods can be adapted to take into account the specificity of a high performance IMU.

During the project, the post-doc will be involved in the following tasks:

- adapting existing methods of visual odometry on new sensors and integrating them in the fusion system.
- Data acquisition, design and development of the prototype.

The candidate must have a PHD with knowledge of at least one of the following topic: computer vision, visual SLAM or vision/inertial sensor fusion, visual odometry, 3D reconstruction, relocalisation and indexing, optimisation, uncertainty propagation.

The knowledge of C++ programming is required.

Nice to have :

- experience with inertial sensor and inertial/vision fusion ;
- a previous experience with ROS (*Robot Operating System*) ;
- be comfortable with experimental process and organization of data acquisition ;
- Python development.

Most of the work will be conducted at ONERA in Palaiseau but stays at iXblue in Saint-Germain-en-Laye (also in Paris region) and to the location of the MALIN challenge should be considered.

### **Bibliographie**

- [1] Li M, Mourikis AI. High-precision, consistent EKF-based visual-inertial odometry. *The International Journal of Robotics Research*. 2013 May;32 (6):690-711.
- [2] Scandaroli, G.G., Morin, P. and Silveira, G., 2011, September. A nonlinear observer approach for concurrent estimation of pose, IMU bias and camera-to-IMU rotation. In *Intelligent Robots and Systems (IROS), 2011 IEEE/RSJ International Conference on* (pp. 3335-3341). IEEE.
- [3] Furgale P, Barfoot TD, Sibley G. Continuous-time batch estimation using temporal basis functions. In *Robotics and Automation (ICRA), 2012 IEEE International Conference on* 2012 May 14 (pp. 2088-2095). IEEE.
- [4] Gálvez-López D, Tardos JD. Bags of binary words for fast place recognition in image sequences. *IEEE Transactions on Robotics*. 2012 Oct;28 (5):1188-97.
- [5] Lynen S, Sattler T, Bosse M, Hesch JA, Pollefeys M, Siegwart R. Get Out of My Lab: Large-scale, Real-Time Visual-Inertial Localization. In *Robotics: Science and Systems* 2015 Jul 13.
- [6] Sanfourche M, Vittori V, Le Besnerais G. eVO: A realtime embedded stereo odometry for MAV applications. In *IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS), 2013 Nov 3-7* (pp. 2107-2114). IEEE.

**Durée** : 12 mois, renouvelable une fois

**Salaire net annuel** : environ 25 k€, selon l'expérience du candidat

### **PROFIL DU CANDIDAT**

**Formation** : Doctorat en SLAM, relocalisation, fusion visio-inertielle

**Compétences souhaitées** :

- Vision par ordinateur, SLAM, relocalisation, propagation d'incertitude
- Connaissance des capteurs inertiels et de la fusion visio-inertielle
- C++ obligatoire, Python, une connaissance / expérience de ROS est un plus
- Capacité de publication attestée