

Chers collègues,

J'ai le plaisir de vous inviter à ma soutenance de thèse de doctorat en sciences du traitement du signal et des images préparée au sein du laboratoire IBISC, Université Paris-Saclay (Univ Évry), intitulée : " Odométrie Visuelle par Association de Caméras Hétérogènes. Application à la Localisation et à la Cartographie Simultanée des Véhicules Autonomes".

Date et heure: **Jeudi 05 octobre 2023 à 10h00**

Lieu: UFR Sciences et Technologies – **site Pelvoux, 36 rue du Pelvoux** – CE1455, 91020 Evry Cedex Courcouronnes

Salle: Hall - B, amphithéâtre **BX30**

URL salle virtuelle: <https://univ-evry->

[fr.zoom.us/j/92916579408?pwd=REdqbTJmQVpRT09FZzk1c2tlbTNvQT09](https://univ-evry-fr.zoom.us/j/92916579408?pwd=REdqbTJmQVpRT09FZzk1c2tlbTNvQT09)

Membres du jury:

- M. Rémi BOUTTEAU, Professeur, Université de Rouen Normandie, Rapporteur
- M. Cédric DEMONCEAUX, Professeur, Université de Bourgogne, Rapporteur
- Mme Michèle GOUIFFES, Maîtresse de conférence, Université Paris-Saclay, Examinatrice
- M. Vincent FREMONT, Professeur, Centrale Nantes, Examinateur
- Mme. Samia Bouchafa-Bruneau, Professeure, Université Paris-Saclay (Univ Evry), Directrice de thèse
- M. Dro Désiré SIDIBÉ, Professeur, Université Paris-Saclay (Univ Evry), Co-directeur de thèse
- M. Fabien Bonardi, Maître de conférence, Université Paris-Saclay (Univ Evry), Co-encadrante de thèse

**Résumé:** Cette thèse de doctorat aborde les défis de la fusion de capteurs et de la localisation et de la cartographie simultanées (SLAM) pour les systèmes autonomes, en se concentrant spécifiquement sur les véhicules terrestres autonomes (AGV) et les micro-véhicules aériens (MAV) naviguant dans des environnements dynamiques et à grande échelle. La thèse présente une gamme de solutions innovantes pour améliorer la performance et la fiabilité des systèmes SLAM à travers cinq chapitres méthodologiques. Le chapitre d'introduction établit la motivation de la recherche, en soulignant les défis et les limitations de l'odométrie visuelle utilisant des caméras hétérogènes. Il décrit également la structure de la thèse et fournit une analyse approfondie de la littérature pertinente. Le deuxième chapitre présente IBIScape, une référence simulée pour valider les systèmes SLAM haute fidélité basés sur le simulateur CARLA. Le troisième chapitre présente une nouvelle méthode basée sur l'optimisation pour calibrer une configuration visuelle-inertielle RGB-D-IMU, validée par des expériences approfondies sur des séquences réelles et simulées. Le quatrième chapitre propose une approche d'estimation d'état optimale linéaire pour les MAV afin d'obtenir une localisation de haute précision avec un retard minimal du système. Le cinquième chapitre présente le système DH-PTAM pour un suivi et une cartographie parallèles robustes dans des environnements dynamiques utilisant des images stéréo et des flux d'événements. Le sixième chapitre explore de nouvelles frontières dans le domaine du SLAM dense à l'aide de caméras Event, présentant

une nouvelle approche de bout en bout pour les événements hybrides et le système SLAM dense à nuages de points. Le septième et dernier chapitre résume les contributions et les principaux résultats de la thèse, en mettant l'accent sur les progrès réalisés dans la fusion de capteurs hétérogènes multimodaux pour les systèmes autonomes naviguant dans des environnements dynamiques et à grande échelle. Les travaux futurs comprennent l'étude du potentiel d'intégration de capteurs de navigation inertielle et l'exploration de composants supplémentaires d'apprentissage en profondeur pour améliorer la robustesse et la précision de la fermeture de boucle.

Bien cordialement,

---

Dear colleagues,

I am pleased to invite you to my doctoral thesis defense in signal and image processing sciences, prepared within the IBISC laboratory, University of Paris-Saclay (Univ Évry), titled: "Visual Odometry by Association of Heterogeneous Cameras. Application to Localization and Simultaneous Mapping of Autonomous Vehicles."

Date and time: **Thursday, October 5th, 2023 at 10:00 am**

Location: UFR Sciences and Technologies – **Pelvoux site, 40 rue du Pelvoux** – CE1455, 91020 Evry Cedex Courcouronnes

Room: Hall - B, amphitheater **BX30**

Virtual room URL: <https://univ-evry->

[fr.zoom.us/j/92916579408?pwd=REdqbTJmQVpRT09FZzk1c2tlbTNvQT09](https://univ-evry-fr.zoom.us/j/92916579408?pwd=REdqbTJmQVpRT09FZzk1c2tlbTNvQT09)

Jury members:

- Mr. Rémi BOUTTEAU, Professor, University of Rouen Normandy, Reviewer
- Mr. Cédric DEMONCEAUX, Professor, University of Burgundy, Reviewer
- Mrs. Michèle GOUIFFES, Associate Professor, University of Paris-Saclay, Examiner
- Mr. Vincent FREMONT, Professor, Centrale Nantes, Examiner
- Mrs. Samia Bouchafa-Bruneau, Professor, University of Paris-Saclay (Univ Evry), Thesis Director
- Mr. Dro Désiré SIDIBÉ, Professor, University of Paris-Saclay (Univ Evry), Co-director of the thesis
- Mr. Fabien Bonardi, Associate Professor, University of Paris-Saclay (Univ Evry), Co-supervisor of the thesis

**Abstract:** This doctoral thesis addresses the challenges of sensor fusion and simultaneous localization and mapping (SLAM) for autonomous systems, specifically focusing on autonomous ground vehicles (AGV) and micro aerial vehicles (MAV) navigating large-scale and dynamic environments. The thesis presents a range of innovative solutions to enhance the performance and reliability of SLAM systems across five methodological chapters. The introductory chapter establishes the research motivation, highlighting the challenges and limitations of visual odometry

using heterogeneous cameras. It also describes the thesis structure and provides an in-depth analysis of relevant literature. The second chapter introduces IBIScape, a simulated benchmark to validate high-fidelity SLAM systems based on the CARLA simulator. The third chapter presents a new optimization-based method to calibrate an RGB-D-IMU visual-inertial setup, validated through extensive experiments on real and simulated sequences. The fourth chapter proposes an optimal linear state estimation approach for MAVs to achieve high-precision localization with minimal system delay. The fifth chapter introduces the DH-PTAM system for robust parallel tracking and mapping in dynamic environments using stereo images and event streams. The sixth chapter explores new frontiers in dense SLAM using Event cameras, presenting an end-to-end approach for hybrid events and the dense SLAM point cloud system. The seventh and final chapter summarizes the thesis contributions and main findings, emphasizing advancements in the fusion of multi-modal heterogeneous sensors for autonomous systems navigating dynamic and large-scale environments. Future work includes studying the potential integration of inertial navigation sensors and exploring additional deep learning components to enhance loop closure robustness and accuracy.

Abanob SOLIMAN