



NOM : Hamel

PRÉNOM : Tarek

DATE DE NAISSANCE : 03/02/1966

GRADE : PRCE

DISCIPLINE PRINCIPALE : Automatique & Robotique

CNU : 61

UNIVERSITÉ OU ÉTABLISSEMENT D'APPARTENANCE : Université Côte d'Azur

UNITÉ DE RECHERCHE D'APPARTENANCE : UMR7271

**CATÉGORIE : SENIOR**

THÉMATIQUE DE RECHERCHE :

*Mes activités de recherche se focalisent principalement sur : 1- le développement d'une approche unifiée de synthèse de lois de contrôle des drones aériens et leur application à l'asservissement visuel, 2-le développement d'observateurs d'état invariants sur des groupes de Lie et (plus récemment) équivariants sur des espaces homogènes, 3) le développement des asservissements visuels de véhicules sous-marins et de drones en formation. Ces activités de recherche sont soutenues par des projets ANR, FUI, DGA et industriels. et produisent des résultats industriellement exploitables.*

RÉSUMÉ SCIENTIFIQUE À PROPOS DE LA RÉALISATION DU PROJET DE RECHERCHE IUF (2 pages maximum) :

*Avancées majeures / Etat d'achèvement / réorientations éventuelles au cours des 5 ans / Perspectives ouvertes par le travail réalisé :*

*Les travaux initialement prévus ont été achevés. Durant ces cinq dernières années, j'ai publié un chapitre de livre, 21 articles de journaux et 30 articles de conférences, ainsi que trois autres articles de journaux soumis (ou conditionnellement acceptés) pour publication. J'ai encore plusieurs articles encore en préparation, qui seront bientôt soumis à publication. Les travaux entrepris dans le cadre de ce projet s'articulent autour de trois thèmes.*

**Contrôle des robots aériens** (2 articles de revues et 4 articles de conférences) : *J'ai travaillé durant ces 5 dernières années sur la théorie et la validation expérimentale d'une approche de contrôle automatique de robots aériens. La motivation est de développer une méthodologie de contrôle unifiée qui prend en compte les forces aérodynamiques dans la synthèse de la loi de contrôle et s'applique à une grande classe de véhicules aériens. L'approche doit être capable de gérer des angles d'attaque potentiellement importants et de fortes rafales de vent. Elle est non linéaire et surmonte les limitations associées aux méthodes classiques basées sur la linéarisation des équations de la dynamique le long de trajectoires spécifiques (appelées trajectoires équilibrantes, dans le cas des avions), et elle est basée sur un modèle analytique adéquat des forces aérodynamiques agissant sur le véhicule. Le modèle proposé des forces aérodynamiques est suffisamment représentatif des forces environnementales agissant sur le véhicule et suffisamment simple pour permettre le calcul en ligne des lois de contrôle. Il n'implique pas explicitement le repère vent et la paramétrisation locale avec les angles d'attaque et de glissement, couramment utilisés dans les équations de la dynamique des avions et exploités dans la synthèse de commandes. Lorsque la force aérodynamique résultante appliquée au véhicule est essentiellement une force de traînée dont la direction est opposée à la direction de la vitesse air, et donc indépendante de*

l'orientation du véhicule, la synthèse de commande proposée dans «M.-D. Hua, T. Hamel, P. Morin, and C. Samson, A control approach for thrust-propelled underactuated vehicles and its application to VTOL drones. Regular paper, IEEE Trans. on Aut. Cont., vol. 54, no. 8, pp. 1837-1853, 2009» s'applique. Cependant, lorsque la force aérodynamique résultante induit une force de portance (par définition, orthogonale à la direction de la vitesse air), la synthèse de commande se complique considérablement. J'ai prouvé dans une série d'articles, principalement en collaboration avec Claude Samson et notre doctorant Jean-Marie Kai (2015-2018), que sous certaines hypothèses réalistes portant sur la force aérodynamique résultante, il est possible, via un changement de variables, de ramener le problème de contrôle cité plus haut. A ma connaissance, il n'existe aucun travail sur la synthèse de commande qui présente et/ou utilise cette façon de faire.

J'ai appliqué cette méthodologie à un modèle réaliste de quadrotor en exploitant les effets aérodynamiques de premier ordre (généralement ignorés dans la littérature) dans la synthèse de la commande afin d'améliorer les performances du système bouclé. Il s'agit là d'un travail d'une importance capitale ; il fournit un moyen de traiter les forces aérodynamiques qui ne peuvent pas être abordées en utilisant une méthodologie de synthèse de contrôle existante. Plus récemment, nous avons proposé une solution au problème du contrôle du suivi de trajectoire pour les avions à modèle réduit. Les schémas de guidage et pilotage de l'appareil sont développés sur la base d'une modélisation générique et simple des forces aérodynamiques agissant sur l'avion et s'applique à presque toutes les trajectoires 3D régulières.

Les solutions de contrôle proposées ont été synthétisées sur la base d'analyses théoriques de stabilité et de convergence et validées par des simulations réalistes de type hardware-in-the-loop. Mes derniers résultats dans ce domaine seront bientôt soumis à un journal de premier plan tel que l'IEEE Control Systems Magazine.

**Estimation d'état robuste et efficace (11 articles de revues et 20 conférences) :** J'ai consacré une grande partie de mon temps à la synthèse de observateurs dans le but d'estimer correctement l'état (position, vitesse, orientation, etc.) d'un système autonome. Au cours des cinq dernières années, en collaboration avec les membres de mon équipe, Claude Samson et Minh-Duc Hua, ainsi qu'avec Robert Mahony et Jochen Trumpf collègues de l'ANU, et le doctorant Pieter van Goor, j'ai proposé des solutions théoriques qui ont conduit à une série d'observateurs très efficaces pour des applications réelles. En particulier, nous avons proposé une méthodologie générale de synthèse d'observateurs d'état pour une classe de systèmes cinématiques ayant une symétrie complète. Cette symétrie est exploitée pour définir une erreur en coordonnées définies globalement et pour synthétiser un pré-observateur globalement synchrone avec le système (l'erreur entre le système et le pré-observateur est constante le long des trajectoires du système). Quant à l'innovation, elle est synthétisée à partir de la décroissance d'une fonction coût invariante et non dégénérée sur les erreurs de sorties définissant une métrique sur un groupe de Lie. Ceci conduit à une innovation exprimée dans les coordonnées d'erreur du groupe qui facilite considérablement l'analyse de la stabilité. Cette méthodologie a été appliquée à une série de problèmes à fort intérêt pratique (l'estimation de pose sur SE(3) en utilisant différents types d'espaces homogènes et, plus récemment, estimation de l'homographie sur SL(3) en exploitant directement les points images, des points et des lignes ou encore des coniques).

J'ai étudié le problème de l'estimation de la position d'un véhicule robotisé se déplaçant dans un espace tridimensionnel en exploitant la connaissance de vitesse et la mesure de direction ou de distance d'un ou plusieurs points sources. Les solutions proposées exploitent l'équation de Riccati pour le calcul des gains des observateurs établis, garantissant au passage la stabilité exponentielle globale des erreurs d'estimation, même si la vitesse mesurée est affectée par un biais constant. Ces résultats sont obtenus sur des conditions de richesse de la mesure en termes d'excitation persistante, élaborées pour chaque cas, garantissant à la fois l'observabilité uniforme et le bon conditionnement des solutions de l'équation de Riccati. Par rapport aux travaux existants, certaines solutions proposées sont tout à fait nouvelles comme par exemple l'estimation conjointe de l'état et du biais sur la mesure alors que d'autres sont revisitées en y introduisant des conditions d'observabilité plus simples et plus explicites pour différents scénarios (nombre de points impliqués, type de mesure, biais) et pour lesquelles la stabilité exponentielle uniforme est garantie.

Plus récemment, nous avons travaillé sur les questions d'observabilité et de synthèse d'observateurs de la pose d'un objet en mouvement avec des coordonnées images de points sources (des mesures dans l'espace projectif qui n'est pas homogène au groupe de Lie SE(3)) et potentiellement une vitesse biaisée. Nous avons fourni une méthodologie de synthèse d'observateurs de Riccati et une analyse complète de l'observabilité, basée sur les nombres de points sources, les configurations

singulières et le mouvement de la caméra lorsque les coordonnées des points sources sont connues (PnP). La méthodologie proposée a été exploitée pour synthétiser des observateurs utilisés pour résoudre d'autres problèmes pratiques impliquant la vision monoculaire et les mesures inertielles, à savoir le problème de l'estimation de la pose relative à partir de coordonnées images des points sources inconnus (contraintes épipolaires) et le problème de l'estimation de la vitesse et de la profondeur à partir du flux optique et des mesures inertielles.

J'ai également commencé à étudier le problème de synthèses d'observateurs équivariants pour des systèmes définis sur des espaces homogènes (l'état évolue dans un espace sur lequel un groupe de Lie agit de façon transitive). De tels systèmes ne peuvent pas être traités en utilisant le formalisme du Filtre de Kalman étendu invariant (IEKF) ni de celui de la mécanique variationnelle puisque tous deux nécessitent une structure de groupe de Lie. J'ai récemment publié des articles sur le SLAM et le vSLAM. Dans l'un nous présentons les avancées récentes dans la compréhension du problème du SLAM, en particulier l'existence d'une géométrie et d'une structure de symétrie sous-jacentes qui fournissent des informations importantes sur les difficultés rencontrées par les nombreux algorithmes existant sur le SLAM. Nous démontrons également la puissance de la géométrie qui réside dans le formalisme de synthèse d'observateurs à gain constant (ne nécessitant pas de linéarisation) qui possède une dynamique d'erreur globalement asymptotiquement stable, très robuste et fonctionne dans des environnements dynamiques. Dans le second, nous présentons une nouvelle approche du vSLAM en synthétisant l'observateur sur le groupe  $vSLAMn(3)$ , pour lequel la sortie du système est équivariante. Cette analyse offre une perspective qui facilite la synthèse d'un observateur non-linéaire dont la dynamique d'erreur est presque semi-globalement asymptotiquement stable. Les performances de l'observateur ont été démontrées sur des données recueillies à l'aide d'un drone à voilure fixe. L'idée principale de [7] est de poser l'état de l'observateur dans le groupe de symétrie plutôt que dans l'espace d'état du système. Cela permet de définir une erreur équivariante intrinsèque de manière globale mais en contrepartie pose le problème dans la définition de la dynamique interne de l'observateur.

**Contrôle basé sur les capteurs (7 articles de revues et 5 articles de conférences) :** L'approche que j'ai développée au fil des années consiste à utiliser les mesures visuelles directement dans la formulation de l'algorithme de contrôle sans chercher à estimer la position ni la vitesse du véhicule. Un contrôleur stabilisateur basé sur ce principe est appelé asservissement visuel basé sur image (IBVS). Cette approche est très robuste aux erreurs de géométrie de la cible et aux bruits de mesures. L'approche IBVS classique a été développée pour les robots manipulateurs, pour lesquels seule la cinématique du système est contrôlée dans le domaine de l'image. L'extension de l'approche à un système dynamique est difficile. Les seuls résultats disponibles exploitent les propriétés de passivité de certaines caractéristiques images que j'ai introduites il y a une vingtaine d'années. Au cours des cinq dernières années, j'ai développé de nouveaux schémas de contrôle qui ne dépendent pas de mesures de vitesse pour la stabilisation de véhicules entièrement actionnés en exploitant les homographies et le suivi des bords d'un conduit pour les sous-marins et les bords d'une route pour les avions. Plus récemment, j'ai développé une stratégie de contrôle IBVS pour faire voler en toute sécurité un quadrotor à travers une fenêtre et le faire atterrir en douceur sur une cible, en utilisant deux caméras embarquées et une IMU. Dans ce travail, nous avons judicieusement exploité l'approche de l'image sphérique virtuelle ainsi que la mesure du flux optique pour éviter d'avoir à estimer la position et la vitesse linéaire. Nos travaux apportent une preuve de stabilité et de robustesse élégante et rigoureuse ainsi qu'une validation expérimentale.

Plus récemment, j'ai commencé à travailler sur une approche de contrôle de stabilisation par rapport à une cible plane (ou tridimensionnelle) basée sur l'homographie (ou l'estimation de pose relative) pour des sous-marins entièrement actionnés et sous-actionnés dans le cadre du contrat de transfert de technologie avec ECA et du projet ALSEAMAR ANR-ASTRID. Les travaux réalisés jusqu'à présent sont protégés par deux APP sous la direction de la SATT. Ils sont toujours en cours et représentent une partie essentielle de mes recherches actuelles.

#### PRODUCTION SCIENTIFIQUE DE LA PÉRIODE 2017-2022 :

Publications scientifiques / Communications orales invitées / Ouvrages / Brevets en innovation / Autres réalisations

#### **Chapitre de livre**

[1] F. Lebras, T. Hamel, R. Mahony and C. Samson, Observers for Position and Velocity `bias Estimation from Single or Multiple Direction Outputs, Sensing and Control for Autonomous Vehicles, Lecture Notes in Control and Information Sciences, Springer Verlag, 2017 (20 pages).

## Revues internationales

- [2] Z. Tang, R. Cunha, T. Hamel, C. Silvestre, Relaxed bearing rigidity and bearing formation control under persistence of excitation. *Automatica*, Vol. 141, pp. 110289, 2022.
- [3] Z. Tang, R. Cunha, T. Hamel, C. Silvestre, Z. Tang, R. Cunha, T. Hamel, C. Silvestre, Some properties of time-varying bearing formation. *European Journal of Control*, Vol. 68, pp. 100699, 2022
- [4] Y. Ng, P. Van Goor, T. Hamel, R. Mahony. Equivariant Observers for Second Order Systems on Matrix Lie Groups, *IEEE Transaction on Automatic Control*, 10.1109/TAC.2022.3173926.
- [5] P. van Goor, T. Hamel, ] R. Mahony [Equivariant filter \(EqF\): A general filter design for systems on homogeneous spaces](#). Regular paper, *IEEE Transactions on Automatic Control*, to appear.
- [6] R. Mahony, P. van Goor, T. Hamel, Observer Design for Nonlinear Systems with Equivariance, *Annual Review of Control, Robotics, and Autonomous Systems*, 2021 (to appear, invited paper).
- [7] P. van Goor, R. Mahony, T. Hamel, and J. Trumpf, Constructive Observer Design for Visual Simultaneous Localisation and Mapping, Regular paper, *Automatica*, Volume 132, 2021, 109803, ISSN 0005-1098.
- [8] R. Mahony, T. Hamel and J. Trumpf, An homogeneous space geometry for simultaneous localisation and mapping, *Annual Reviews in Control*, Volume 51, 2021, Pages 254-267, ISSN 1367-5788 (invited paper).
- [9] Z. Tang, R. Cunha, D. Cabecinhas, T. Hamel and Carlos Silvestre, Quadrotor going through a window and landing: An image-based visual servo control approach, *Control Engineering Practice*, Volume 112, 2021, 104827 (14 pages), ISSN 0967-0661,
- [10] Z. Tang, Rita Cunha, T. Hamel, C. Silvestre, Formation control of a leader-follower structure in three dimensional space using bearing measurements, *Automatica*, vol. 128, 109567, 2021.
- [11] S. de Marco, M-Duc Hua, R. Mahony and T. Hamel, Homography Estimation of a Moving Planar Scene from Direct Point Correspondence, Regular Paper, *IEEE Transactions on Control System Technology*, vol. 29(3),pp:1284 - 1295, 2021
- [12] L-H. Nguyen, M-D. Hua, G. Allibert and T. Hamel, A homography-based dynamic control approach applied to station keeping of autonomous underwater vehicles without linear velocity measurements, Regular Paper, *IEEE Transactions on Control System Technology*, 2020, doi: 10.1109/TCST.2020.3029564.
- [13] M-D. Hua, J. Trumpf, T. Hamel, R. Mahony and P. Morin, Nonlinear observer design on  $SL(3)$  for homography estimation by exploiting point and line correspondences with application to image stabilization. Regular Paper, *Automatica*, vol. 115, 108858, 2020 (Editor's choice).
- [14] J-M. Kai, T. Hamel and C. Samson, A nonlinear global approach to scale-model aircraft path following control, Regular Paper, *Automatica*. vol. 108, 108491, 2019.
- [15] J-M. Kai, T. Hamel and C. Samson, Novel Approach to Dynamic Soaring Modeling and Simulation. *Journal of Guidance, Control, and Dynamics*, vol. 42(6), 1250-1260, 2019.
- [16] M-D. Hua, J. Trumpf, T. Hamel, R. Mahony and P. Morin, Feature-based recursive observer design for homography estimation and its application to image stabilization, special issue in *Asian Journal of Control*, vol. 21 (4), 1443-1458, 2019 (Best paper award for 2019)
- [17] G. Allibert, M-D Hua, S. Krupinski, T. Hamel, Pipeline following by visual servoing for Autonomous Underwater Vehicles, *Control Engineering Practice*, vol. 82, 151-160, 2019.
- [18] Z. Tang, R. Cunha, T. Hamel, C. Silvestre, Aircraft landing using dynamic vision-based guidance control, Regular paper in *IEEE Transactions on Aerospace and Electronic systems*, vol. 55(5), 2104-2117, 2018.
- [19] S. De Marco, L. Marconi, R. Mahony and T. Hamel, Output Regulation for Systems on Matrix Lie-groups, *Automatica* vol.87, 8-16, 2018.
- [20] T. Hamel and C. Samson, Riccati Observers for the non-stationary PnP problem, Regular paper, *IEEE Transactions on Automatic Control*, vol. 63(3), 726-741, 2017.
- [21] T. Hamel and C. Samson, Position estimation from direction and range measurements, *Automatica*, vol. 82, 137-144, 2017.
- [22] S. Krupinski, G. Allibert, M-D Hua, T. Hamel, An inertial-aided homography-based visual servoing control approach for (almost) fully-actuated Autonomous Underwater Vehicles, Regular paper, *IEEE Transactions on Robotics*, vol. 33(5), 1041-1060, 2017.

## **Brevets/APP**

- [23] M.-D. Hua, T. Hamel and L.-H. Nguyen, APP-Software "Homography AUV Control", June 11 2021, IDD.N.FR001.250002.000.S.C.2021.000.31235.
- [24] M.-D. Hua, T. Hamel and Ninad Manerikard, APP-Software "Homography-Lab", March 07, 2019, IDD.N.FR001.200009.000.S.P.2019.000.21000.

## **Conférences internationales**

- [25] T. Bouazza, T. Hamel, M. D. Hua and R. Mahony, "Homography-based Riccati observer design for camera pose estimation," 2022 IEEE 61st Conference on Decision and Control (CDC), Cancun, Mexico, 2022, pp. 6862-6868,
- [26] P. Gintrand, M. -D. Hua, T. Hamel and G. Varra, "On the uniform observability of the relative pose estimation problem using bearing measurements and epipolar constraints," 2022 IEEE 61st Conference on Decision and Control (CDC), Cancun, Mexico, 2022, pp. 3468-3474,
- [27] Z. Tang, R. Cunha, T. Hamel and C. Silvestre, "Bearing formation control under switching graph topologies," 2022 European Control Conference (ECC), London, United Kingdom, 2022, pp. 918-923,
- [28] P. van Goor, T. Hamel and R. Mahony, Equivariant Filter (EqF): A General Filter Design for Systems on Homogeneous Spaces, 59th IEEE Conference on Decision and Control (CDC), 2020, pp. 5401-5408.
- [29] Y. Ng, P. van Goor, T. Hamel and R. Mahony, Equivariant Systems Theory and Observer Design for Second Order Kinematic Systems on Matrix Lie Groups, 59th IEEE Conference on Decision and Control (CDC), 2020, pp. 4194-4199.
- [30] T. Hamel, M. -D. Hua and C. Samson, Deterministic observer design for vision-aided inertial navigation, 59th IEEE Conference on Decision and Control (CDC), 2020, pp. 1306-1313.
- [31] M. -D. Hua, S. De Marco, T. Hamel and R. W. Beard, Relative pose estimation from bearing measurements of three unknown source points, 59th IEEE Conference on Decision and Control (CDC), 2020, pp. 4176-4181.
- [32] Z. Tang, R. Cunha, T. Hamel and C. Silvestre, Bearing-only formation control under persistence of excitation, 59th IEEE Conference on Decision and Control (CDC), 2020, pp. 4011-4016.
- [33] Z. Tang, R. Cunha, T. Hamel and C. Silvestre, Bearing Leader-Follower Formation Control under Persistence of Excitation, 21th IFAC World Congress, IFAC-PapersOnLine, volume 53, issue 2, 2020, pp. 5671-5676.
- [34] P. van Goor, R. Mahony, T. Hamel and J. Trumpf, An Observer Design for Visual Simultaneous Localisation and Mapping with Output Equivariance, 21th IFAC World Congress, IFAC-PapersOnLine, volume 53, issue 2, 2020, pp. 9560-9565,
- [35] L-H. Nguyen, M-D. HUA, T. Hamel, A homography-based dynamic control approach of Autonomous Underwater Vehicles observing a (near) vertical target without linear velocity measurements, European Control Conference (ECC), St Petersburg, May 2020.
- [36] S. De Marco, M-D. HUA, T. Hamel, and C. Samson Position, Velocity, Attitude and Accelerometer-Bias Estimation from IMU and Bearing Measurements, European Control Conference (ECC), St Petersburg, May 2020.
- [37] N. Manerikar, T. Hamel, M-D. HUA and S. De Marco, Riccati observer design for homography decomposition, European Control Conference (ECC), St Petersburg, May 2020.
- [38] P. Van Goor, R. Mahony, T. Hamel, J. Trumpf, A Geometric Observer Design for Visual Localisation and Mapping, IEEE Conference on Decision and Control (CDC), Nice 2019.
- [39] Ng Yonhon, P. Van Goor, R. Mahony, T. Hamel, Attitude Observation for Second Order Attitude Kinematics, IEEE Conference on Decision and Control (CDC), Nice 2019.
- [40] A. Anglade, J.M. Kai . T. Hamel, C. Samson, Automatic Control of Convertible Fixed-Wing Drones with Vectorized Thrust, IEEE Conference on Decision and Control (CDC), Nice 2019.
- [41] L-H. Nguyen, M-D. Hua, T. Hamel, A nonlinear control approach for trajectory tracking of slender-body axisymmetric underactuated underwater vehicles, 18th European Control Conference (ECC), Naples, Italy, 4053-4060, 2019.
- [42] J. Trumpf, R. Mahony, T. Hamel, On the structure of kinematic systems with complete symmetry, tutorial, IEEE Conference on Decision and Control (CDC), Miami, 1276-1280, 2018.
- [43] J-M. Kai, A. Anglade, T. Hamel, C. Samson, Design and Experimental Validation of a New Guidance and Flight Control System for Scale-Model Airplanes, IEEE Conference on Decision and Control (CDC), , 4270-4276, 2018.

- [44] S. De Marco, M-D. Hua, R. Mahony and T. Hamel, Homography estimation of a moving planar scene from direct point correspondence, IEEE Conference on Decision and Control (CDC), Miami, 565-570, 2018.
- [45] N. Manerikar, M-D. Hua and T. Hamel, Homography Observer Design on Special Lineal Group  $SL(3)$  with Application to Optical Flow Estimation, European Control Conference (ECC 2018), 1602-1606, 2018.
- [46] Z. Tang, R. Cunha, T. Hamel, C. Silvestre, Going through a window and landing a quadrotor using optical flow, European Control Conference (ECC), 2917-2922, 2018.
- [47] M.-D. Hua, N. Manerikar, T. Hamel and C. Samson, Attitude, Linear Velocity and Depth Estimation of a Camera observing a planar target using continuous homography and inertial data. IEEE Int. Conference on Robotics and Automation (ICRA), 2018.
- [48] T. Hamel and C. Samson, Riccati Observers for Position Estimation Using (Pseudo) Range and Biased Velocity Information, IEEE Conference on Control Technology and Applications (CCTA), 1332-1337, 2018.
- [49] R. Mahony and T. Hamel, A Geometric Nonlinear Observer for Simultaneous Localisation and Mapping, 56th IEEE- Conference on Decision and Control (CDC'17), Melbourne Australia, 2017.
- [50] M-D. Hua, T. Hamel, C. Samson, Riccati nonlinear observer for velocity-aided attitude estimation of accelerated vehicles using coupled velocity measurements, 56th IEEE-Conference on Decision and Control (CDC'17), Melbourne Australia, 2017.
- [51] M-D. Hua, T. Hamel, R. Mahony, G. Allibert, Explicit complementary observer design on special linear group  $SL(3)$  for homography estimation using conic correspondences, 56th IEEE-Conference on Decision and Control (CDC'17), Melbourne Australia, 2017.
- [52] J-M Kai, T. Hamel, C. Samson, A nonlinear approach to the control of a disc-shaped aircraft, 56th IEEE-Conference on Decision and Control (CDC'17), Melbourne Australia, 2017.
- [53] L-H. Nguyen, M-D. Hua, G. Allibert, T. Hamel, Inertial-aided homography-based visual servo control of autonomous underwater vehicles without linear velocity measurements, 21st International Conference on System Theory, Control and Computing (ICSTCC), Sinaia, Romania, 9-16, 2017.
- [54] J-M. Kai, G. Allibert, M-D. Hua, T. Hamel, Nonlinear feedback control of quadrotors exploiting first-order drag effects, IFAC-World Congress, Toulouse, 50(1), 8189-8195, 2017.
- [55] M-D Hua, J. Trumpf, T. Hamel, R. Mahony, P. Morin, Point and line feature-based observer design on  $SL(3)$  for Homography estimation and its application to image stabilization, International Conference on Robotics and Automation (ICRA'2017),

### **Présentations invitées**

1. A unified control approach for aerial vehicles, conference semi-plénière au "Nonlinear Control Systems" IFAC Symposium, Melbourne, 2022.
2. Modeling and control of a quadrotor, conférence de 3 heures, City University of London, mars 2021.
3. Deterministic observer design for vision-aided inertial navigation, tutoriel invité, 59e IEEE-CDC, Jeju, Island, Korea, décembre 2020.
4. Inertial-aided homography-based visual servo control of autonomous underwater vehicles without linear velocity measurements, conférence invitée par Alireza Bab-Hadiashar, RMIT, Melbourne, Australie, février 2020.
5. Towards a unified control approach for aerial robots, conférence invitée par Robert Mahony, Australian National University, Canberra, mars 2020.
6. Nonlinear observer design on  $SL(3)$  for homography estimation by exploiting point, line or conic correspondences, (no.140) NII Shonan Meeting on Optimization Methods in Geometric Vision, invité par Richard Hartley, Shonan, Japon, janvier 2019.
7. Deterministic observer design: gradient and Lyapunov design, tutoriel invité, 57e IEEE-CDC 2018, Miami, États-Unis, 2018.
8. Observers for position estimation using bearing and biased velocity information, conférence invitée par James Forbes, Université McGill, Montréal, août 2018.
9. A nonlinear approach to the control of a disc-shaped aircraft, ANU Systems and Control, décembre 2017, Canberra, Australie.

OPÉRATIONS DE MÉDIATION SCIENTIFIQUE SIGNIFICATIVES (médias, sciences participatives avec les citoyens, etc.)

## ENCADREMENT DOCTORAL (Direction de thèses) :

Au cours de cette période, j'ai encadré 4 étudiants jusqu'à l'obtention de leur diplôme :

1. Dr Zhiqi Tang (2017-21, IST Lisbonne & I3S, bourse IST), 2. Dr Lam Hung Nguyen (2015-19, I3S, bourse du Vietnam), 3. Dr Jean-Marie Kai, (2015-18, I3S, bourse MENRT), 4. Ninad Manerikar (2017-2021, I3S-UCA, projet FUI),

et encadre actuellement 3 autres :

5. Tarek Bouazza (commencé en oct. 2021, I3S, bourse UCA), Observateurs avancés pour le SLAM visio-inertiel,

6. Tomas Lopes Oliveira (début oct. 2021, I3S, bourse MENRT), Un nouveau paradigme en commande référencée capteurs de drones,

7. Pierre Gintrand (début nov. 2020, I3S, CIFRE Airbus-Helicopters), stabilisation et atterrissage automatique d'hélicoptères en environnement inconnu.

### AUTRES AVANCÉES SIGNIFICATIVES AU COURS DE LA PÉRIODE :

-développement d'une stratégie de commande unificatrice de drones aériens,

-développement de la méthodologie de synthèse d'observateur équivariants,

-la découverte du groupe de symétrie  $SLAM_n(3)$  [8], suivi du groupe de symétrie connexe  $vSLAM_n(3)$  [7].

### PRIX ET DISTINCTIONS SCIENTIFIQUES OBTENUS AU COURS DE LA PÉRIODE (indiquer les dates) :

- Elu IEEE fellow pour mes contributions dans le domaine des robots aériens en 2019.

- Reconduit membre senior de l'Institut Universitaire de France en 2022 avec le projet de développer la commande et la perception en temps réel des systèmes robotiques autonomes via l'exploitation des structures symétriques dérivées des propriétés physiques et mathématiques du système.

- Récompensé par le Kimura best paper pour [16], le choix de l'éditeur d'Automatica pour [13],

- nomination pour le Roberto Tempo Best CDC Paper Award [28].

### AUTRES OBSERVATIONS :

*Acceptez-vous la mise en ligne de ce document sur le site internet de l'IUF : Oui*