

# Programme

## Exposés prévus:

---

**Mardi 15/11/2016**

---

**J. Marzat - ONERA Palaiseau - équipe COPERNIC**

### **Eléments de robustesse aux défauts de capteurs pour les véhicules aériens autonomes**

L'ONERA s'intéresse au développement et à la validation d'algorithmes de localisation, commande et estimation appliqués aux véhicules aériens autonomes, afin de leur permettre d'effectuer par exemple des missions d'inspection, d'exploration ou de localisation de source. Afin de déployer ces véhicules en toute sécurité et leur permettre de poursuivre leur mission, des méthodes de détection de défauts de capteurs et les actions de reconfiguration associées ont été étudiées.

Cette présentation abordera deux aspects de ces travaux :

1. Une mission de localisation de source par une flotte de véhicules, où la source est modélisée comme le maximum d'un champ mesuré ponctuellement par chacun des véhicules. Une boucle complète d'estimation distribuée et de commande de la formation a été définie pour réaliser cet objectif dans le cas nominal. Le diagnostic d'éventuels capteurs défaillants s'effectue en confrontant les différentes mesures de la flotte et, en cas de détection une reconfiguration de la formation est mise en œuvre afin d'atteindre la source malgré ces aléas.
2. Dans le cadre d'expérimentations de navigation d'un robot mobile ou d'un mini-drone en milieu encombré et sans GPS pour des missions industrielles d'inspection, la localisation du véhicule est obtenue par fusion de multiples capteurs embarqués (stéréovision, centrale inertielle, lidar, Kinect, encodeurs). Une boucle complète intégrant cette localisation et des lois de guidage pour naviguer en milieu encombré est embarquée sur les véhicules. Elle inclue en particulier des procédures de détection d'incohérences entre les capteurs et des mécanismes de reconfiguration associés afin de poursuivre la mission ou de mettre le véhicule en sécurité. Ces travaux ont été en partie réalisés dans le cadre d'un partenariat recherche-industrie entre l'ONERA et la SNCF.

---

**Isabelle Fantoni Heudiasyc UMR CNRS 7253, Université de Technologie de Compiègne**

### **Titre : Commande tolérante aux pannes moteurs de drones octorotors**

Dans ce travail, des approches de commande tolérante aux fautes de drones multirotors ont été étudiées et appliquées à des octorotors. Dans un premier temps, un module de détection et d'isolation de pannes moteurs basé sur un observateur non-linéaire et les mesures de la centrale inertielle a été proposé. Une deuxième méthode a été basée sur les mesures des vitesses et des courants des moteurs fournis par les contrôleurs de vitesse ce qui a permis de détecter les défaillances des actionneurs et de distinguer les pannes moteurs des pertes d'hélices. Un module de rétablissement basé sur la

reconfiguration du multiplexage a été proposé pour redistribuer les efforts de commande d'une manière optimale sur les actionneurs sains après l'occurrence de défaillances dans le système.

Une architecture complète, comprenant la détection et l'isolation des défauts suivie par le rétablissement du système a été validée expérimentalement sur un octorotor coaxial. Elle a été comparée à d'autres architectures basées sur l'allocation de commande et la tolérance aux fautes passive par mode glissant.

---

**Mohamed Ryad BOUKHARI (1,2), Ahmed CHAIBET (2), Moussa BOUKHNIFER (2)  
et Sébastien GLASER (1)**

**Titre : Commande tolérante aux défauts de capteurs de vitesse d'un véhicule autonome**

(1) Institut VEDECOM, Versailles, France ;

(2) Ecole d'ingénieurs ESTACA, Montigny-Le-Bretonneux, France.

**Résumé :**

Le véhicule est capable de rouler automatiquement, en toute autonomie dans un environnement de trafic réel et sur une infrastructure non spécifique sans l'intervention du conducteur, ce qui permettra une amélioration des conditions de circulation en gardant la sécurité des passagers. Il s'avère alors nécessaire de disposer de techniques fiables, robustes et performantes. En se basant sur les techniques d'estimation de fautes à base d'observateur PI et descripteur, des architectures de commande tolérante aux défauts capteur de vitesse sont proposées pour la gestion simultanée de la vitesse du véhicule et de son inter distance. Cette approche permettra ainsi le fonctionnement du véhicule en mode dégradé en gardant des performances acceptables tout en assurant sa stabilité. Des résultats de simulations sont donnés pour montrer l'efficacité des approches proposées en présence des défauts additifs pour plusieurs scénarios de conduite.

---

**Thinh Nguyen(1), Ionela Prodan (1), Florin Stoican (2), Laurent Lefèvre (1)**

(1) LCIS, Grenoble INP, Valence, France,

(2) ACS, Univ. Politehnica of Bucharest, Romania

**Titre : Flatness-based nonlinear control strategies for trajectory tracking of quadcopter systems under faults**

This work addresses the trajectory tracking problem of a quadcopter system under different scenarios (under nominal and fault-affected, the latter case considers stuck actuator(s)).

Differential flatness is employed for way-point trajectory generation and control design. The particularity resides in the chosen output representation which provides full parametrization of the states and inputs without any assumptions or simplifications on the quadcopter dynamics. Furthermore, using the properties of flatness and a combination between computed torque control and feedback linearization, a two layer control design is proposed for tracking the given trajectory. The tracking performances and stability guarantees are analyzed for faulty functioning under extensive simulations.

---

**Mercredi 16/11/2016**

---

**Adel BELKADI (1,2), Laurent CIARLETTA (3,4), Didier THEILLIOL (1,2)**

(1) Université de Lorraine, France

(2) CNRS, CRAN, UMR 7039, France

(3) Madynes research team of Loria, UMR 7503, France

(4) Mines Nancy, Université de Lorraine, France

**Titre : Fleet control based on Particular Swarm Optimization: Application to Unmanned Aerial Vehicles**

Abstract: Distributed generation path strategy is designed to control a group of unmanned aerial vehicles (UAVs). A distributed optimization method based on Particle Swarm Optimization (PSO) algorithm is developed. The method illustrated in this paper offers solutions to several issues related to the control of the drone group, namely, flight training, target tracking and achieving rendezvous point. Of particular interest is also focused on the obstacle, collision avoidance and faulty UAV reconfiguration.

The developed method is applied to solve problems such as covering large search areas for surveillance, inspection and rescue. The method has been tested control of group of three Quadrirotors. Large disturbances are considered to show the robustness of the proposed approach. This research is supported by Conseil Regional de Lorraine, France

---

**Jean Baptiste Mouret - INRIA Nancy**

**Titre : Adaptation aux dommages par essai-erreur (sans diagnostic)**

Alors que les animaux parviennent souvent à surmonter leurs blessures, les robots actuels ont du mal à être assez créatifs pour trouver un comportement de compensation dans les situations imprévues : ils sont limités par leurs capacités de diagnostic, qui nécessitent de nombreux capteurs, et par le besoin d'anticiper les pannes possibles, alors que penser à tout à l'avance est irréalisable avec des robots complexes. Dans notre équipe, nous travaillons sur des algorithmes d'apprentissage par essai-erreur qui permettent aux robots de s'adapter aux dommages en quelques minutes sans nécessiter de diagnostic. Dans nos dernières expériences, un robot marcheur à 6 pattes parvient à s'adapter en moins de 2 minutes à 6 pannes différentes, comprenant des pattes endommagées, cassées ou arrachées ; les résultats sont similaires avec un bras robot dont les articulations sont altérées de 14 manières différentes.

Ce travail a fait la une du journal Nature en Mai 2015.

Une vidéo illustre ces résultats : <https://www.youtube.com/watch?v=T-c17RKh3uE>

---

**D. Crestani – L. Lapierre – K. G. Dejean – L. Jaiem –**

Equipe Explore – Dpt Robotique - LIRMM

**Titre : Vers des missions robotiques tolérantes aux fautes à garantie de performance**

Depuis plusieurs années l'équipe Explore du LIRMM développe des activités, en robotique mobile dans le cadre de la réalisation de missions autonomes tolérantes aux fautes à garantie de performance.

Le problème adressé dans le cadre de cet exposé est celui du choix des ressources matérielles et logicielles devant être mobilisée pour garantir un niveau de performance donné tout au long de missions autonomes robotiques complexes (multi-tâches), de longue durée, en environnement connu mais dynamique. Nous présenterons comment des contraintes de performance énoncées en termes de Sécurité, Durée et Energie peuvent être projetées sur le scénario de la mission pour trouver une solution d'allocation à même de satisfaire les objectifs de performance imposés. Ce problème pouvant être modélisé sous la forme de complexité de sac-à-dos NP-Complet, nous utilisons un algorithme efficace permettant de trouver de bonnes solutions en temps réel. Les notions de marges de temps et d'énergie nous permettent d'être robuste à certaines fautes de connaissance (limite des modèles) et aux aléas de l'environnement (éviter d'obstacle). L'efficacité de l'algorithme d'allocation nous permet aussi de trouver en temps réel une solution de recouvrement, si elle existe, lors de l'occurrence de fautes matérielles et/ou logicielles.

Un exemple d'une mission d'inspection de l'état de vanes, par un robot Pioneer P3-DX sera détaillé. Le robot parcourt environ 200 m en une dizaine de minutes. Un espace de plus de  $10^{12}$  d'états doit être considéré. Les résultats obtenus en simulation et expérimentalement seront présentés. Pour conclure des pistes de travail sont évoquées en liaison avec de précédents travaux de notre équipe qui s'intéressaient au développement d'architectures de contrôle tolérantes aux fautes.

---

**Joelle Al Hage, Maan El Badaoui El Najjar et Denis Pomorski**

Equipe DiCOT - CRISAL UMR 9189

**Titre : Localisation collaborative tolérante aux défauts capteurs d'un système multi-robots**

Dans ce travail, nous présentons une méthode de localisation collaborative avec tolérance aux défauts capteurs d'un système multi-robots. L'approche proposée s'inscrit dans le cadre d'un formalisme informationnel qui profite de l'utilisation des filtres informationnels ainsi que des métriques empruntées à la théorie de l'information. Dans ce cadre, nous avons développé des résidus basés sur la divergence de Kullback-Leibler permettant la détection et l'exclusion des défauts capteurs.

Afin d'évaluer le résidu d'une façon optimale et de prendre la décision au sujet de la présence des mesures erronées, des méthodes de seuillage optimisées basées sur la quantité d'information apportée par une décision sont proposées. L'approche est testée en grandeur nature avec des données réelles.