



**Synthèse d'une Solution GNC basée sur des Capteurs de Flux Optique
Bio-inspirés adaptés à la mesure des basses vitesses pour un Atterrissage
Lunaire Autonome en Douceur**

Soutenance de thèse de Guillaume SABIRON

**Le mardi 18 novembre à 14h00
Salle des thèses de l'ISAE**

Devant le jury :

Isabelle Fantoni (CNRS, Heudiasyc, Compiègne), Rapporteur
Nicolas Marchand (CNRS, GIPSA-lab, Grenoble), Rapporteur
François Chaumette (INRIA, IRISA, Rennes), Examineur
Pascal Morin (UPMC ISIR, Paris), Examineur
Laurent Burlion (Onera DCSD, Toulouse), Examineur
Thibaut Raharijaona (AMU ISM, Marseille), Examineur
Philippe Mouyon (Onera DCSD, Toulouse), Directeur de thèse
Franck Ruffier (CNRS ISM, Marseille) Co-Directeur de thèse

Résumé

Dans cette thèse, nous nous intéressons au problème de l'atterrissage lunaire autonome et nous proposons une méthode innovante amenant une alternative à l'utilisation de capteurs classiques qui peuvent se révéler encombrant, énergivore et très onéreux.

La première partie est consacrée au développement et à la construction de capteurs de mouvement inspirés de la vision des insectes volant et mesurant le flux optique. Le flux optique correspond à la vitesse angulaire relative de l'environnement mesuré par la rétine d'un agent. Dans un environnement fixe, les mouvements d'un robot génèrent un flux optique contenant des informations essentielles sur le mouvement de ce dernier. En utilisant le principe du « temps de passage », nous présentons les résultats expérimentaux obtenus en extérieur avec deux versions de ces capteurs.

Premièrement, un capteur mesurant le flux optique dans les deux directions opposées est développé et testé en laboratoire. Deuxièmement un capteur adapté à la mesure des faibles flux optiques similaires à ceux pouvant être mesurés lors d'un alunissage est développé, caractérisé et enfin testé sur un drone hélicoptère en conditions extérieures.

Dans la seconde partie, une méthode permettant de réaliser le guidage, la navigation et la commande (GNC pour Guidance Navigation and Control) du système est proposée. L'innovation réside dans le fait que l'atterrissage en douceur est uniquement assuré par les capteurs de flux optique. L'utilisation des capteurs inertiels est réduite au maximum. Plusieurs capteurs orientés dans différentes directions de visée, et fixés à la structure de l'atterrisseur permettent d'atteindre les conditions finales définies par les partenaires industriels. Les nombreuses informations décrivant la position et l'attitude du système contenues dans le flux optique sont exploitées grâce aux algorithmes de navigation qui permettent d'estimer les flux optiques ventraux et d'expansion ainsi que le tangage.

Nous avons également montré qu'il est possible de contrôler l'atterrisseur planétaire en faisant suivre aux flux optiques estimés une consigne optimale au sens de la consommation d'énergie. Les simulations réalisées durant la thèse ont permis de valider le fonctionnement et le potentiel de la solution GNC proposée en intégrant le code du capteur ainsi que des images simulées du sol de la lune.

Mots-clés : Flux optique, Robotique Bio-Inspirée, Capteurs Visuels de Mouvement, Alunissage Autonome, Atterrissage Basé Vision, Guidage, Navigation, Commande Non-Linéaire, Drone Hélicoptère ReSSAC