

Soutenance de thèse

Erwan VIALA soutiendra sa thèse de doctorat, préparée au sein de l'équipe d'accueil doctoral ISAE-ONERA OLIMPES et intitulée «*Augmentation de la résolution latérale d'imageurs laser 3D par compressive sensing*»

**Le 9 octobre 2023 à 10h00,
Auditorium ONERA-centre de Toulouse 2 Av. Edouard Belin, 31400 Toulouse**

devant le jury composé de

M. Laurent RISSER	Université Toulouse III - Paul Sabatier	Directeur de thèse
M. Bertrand LE SAUX	ESA/ESRIN	Rapporteur
M. Adrian BASARAB	INSA-Lyon	Rapporteur
M. Nicolas RIVIÈRE	ONERA	Co-directeur de thèse
M. Paul-Édouard DUPOUY	ONERA-	Co-encadrant de thèse
M. Jean-François AUJOL	Université de Bordeaux	

Résumé : L'observation active à longue distance au-delà de 10 km à partir de systèmes embarqués infrarouges à 1550 nm est bénéfique dans de nombreuses applications. Les capteurs idoines sont constitués de matrices de type GmADP et sont intégrés dans des systèmes actifs 3D à comptage de photons. Cependant leur résolution latérale est limitée à quelques centaines de pixels de grandes tailles par rapport au standard en imagerie passive. Ainsi l'objet de cette thèse est l'amélioration de la résolution latérale de ces imageurs actifs 3D à comptage de photons. Pour cela une chaîne complète de traitement du signal a été développée (CRISPS-3D) afin d'appliquer le compressive sensing aux données 3D acquises. Le compressive sensing permet d'augmenter la résolution de ces imageurs en limitant l'impact sur le taux de rafraîchissement induit par l'augmentation de la résolution en comparaison avec des méthodes de balayages traditionnelles. Actuellement, les méthodes de compressive sensing sont généralement limitées à l'imagerie passive ou active monopixel. Une fois la chaîne CRISPS-3D définie pour des impulsions laser brèves, cette thèse porte sur son extension à un paradigme plus large. Une première étape consiste à prendre en compte des durées d'impulsions laser plus élevées pour maintenir une bonne résolution télémétrique tout en offrant la possibilité d'utiliser une gamme de sources laser plus exhaustive. La seconde étape concerne l'adaptation du mouvement relatif des cibles et de la plateforme dans CRISPS-3D. Notons que peu d'études considèrent le mouvement pendant une acquisition modulée pour l'application du compressive sensing. Les effets potentiels sur la reconstruction sont parfois incertains et il est nécessaire de les appréhender pour pouvoir les corriger. Dans cette thèse, nous proposons une méthode de reconstruction en supposant que le mouvement est suffisamment régulier pour que l'on puisse l'estimer et le corriger localement même avec très peu d'acquisitions. Notre méthode est démontrée et validée pour des translations et des rotations dans les plans parallèles au plan focale de la caméra. Les imageurs actifs 3D embarqués sont de plus en plus utilisés dans de nombreuses applications. La présente thèse expose une approche nouvelle dédiée au traitement de données d'imageurs actifs 3D à comptage de photons en tenant compte du mouvement. Notre méthode s'avère être particulièrement pertinente dans le cadre d'applications embarquées.

Mots clés : Imagerie laser 3D, Compressive Sensing, Comptage de photons, LiDAR 3D, Télémétrie, Haute résolution

Summary: The aim of this thesis is to improve the lateral resolution of 3D photon counting imagers. A complete physical compressive sensing acquisition chain will be developed and then validated on dynamic scenarios defined by end-users. Compressive sensing methods are generally limited to passive or active single-pixel imaging. This thesis aims to apply it to the case of 3D photon counting imaging.

Keywords: 3D laser imagery, Compressive Sensing, Photon-counting, 3D-LiDAR, Telemetry, High-resolution