

PROPOSITION DE STAGE EN COURS D'ETUDES

Référence : **DOTA-2024-03**
(à rappeler dans toute correspondance)

Lieu : Toulouse

Département/Dir./Serv. : DOTA/IODI

Tél. : +33 (0) 5 62 25 26 03

Responsable(s) du stage : A. Schilling,
P-É. Dupouy

Email. : anita.schilling@onera.fr
paul-edouard.dupouy@onera.fr

DESCRIPTION DU STAGE

Thématique(s) : Télédétection active et passive

Type de stage : Fin d'études bac+5 Master 2 Bac+2 à bac+4 Autres

Intitulé : Développement d'une méthode de détection des changements dans des nuages de points 3D à faible latence

Sujet : L'ONERA développe et met en œuvre différentes techniques d'imagerie laser statiques ou embarquées sur véhicules, drones ou avions. Les LiDAR 3D permettent d'acquérir des nuages de points 3D avec une très bonne résolution angulaire et spatiale par rapport au champ de vue résultant en un volume de données importants. La détection des changements à partir de plusieurs acquisitions consécutives présente un intérêt particulier. En faisant la comparaison de données acquises à des instants différents, il est possible de détecter des objets ou zones qui ont changé dans la scène.

Même en considérant le contenu de la scène comme immuable, il est très peu probable d'obtenir des mesures identiques pour des acquisitions successives. Il y existe des effets dus aux spécificités de l'instrument qui mènent à des mesures différentes par exemple sur les arêtes des objets. À l'extérieur, de légers mouvements de la végétation, par exemple, peuvent provoquer des changements dans la scène. La difficulté est alors de séparer les changements significatifs de ceux sans importance pour l'application. Ce filtrage préliminaire est essentiel aux traitements des données car un grand nombre de changements non significatifs identifiés comme des détections représente un encombrement non-négligeable pour les traitements ultérieurs et dégrade les performances.

La notion de changement non significatif est étroitement liée au concept d'« evidence grid » [4]. Les valeurs géométriques et radiométriques mesurées ainsi que les trajectoires des faisceaux d'un capteur LiDAR 3D sont entièrement intégrées dans cette structure. Il est alors possible d'interroger les cellules pour savoir si elles sont « occupées », « libres » ou dans un état « inconnu ». Cette représentation offre une base pour un raisonnement plus sophistiqué afin d'identifier des changements locaux significatifs. De plus, cela permet de modéliser les « contradictions » dans la scène qui pourraient être exploitées pour signaler des éventuels dysfonctionnements de la chaîne de traitement.

Dans le cadre de ce stage, l'ONERA souhaite réaliser un prototype d'une méthode de détection de changements à faible latence visant un faible taux de fausses alarmes dues aux changements non significatifs. Les travaux sont découpés en plusieurs étapes :

1. Analyse des bibliothèques de l'état de l'art ([1], [2], [3], ...) et mise en œuvre de la solution la plus prometteuse pour la notion de « evidence grid » en l'intégrant dans les outils (logiciels, bibliothèques) déjà existants à l'ONERA. Des expérimentations seront effectuées pour identifier la solution et sa configuration la plus performante pour les données cibles. Une solution compatible avec un déploiement sur GPU sera à préférer.
2. Compréhension de la classification des cellules en « occupées », « libres », ou dans un état « inconnu ». Des approches de traitement plus élaborées, probabilistes ou de logique floue [4], seront étudiées et testées pour trouver la solution la plus adaptée et la plus performante.
3. Évaluation de l'approche sélectionnée avec génération de jeux de données et la « vérité terrain » associée puis identification de pistes d'améliorations et mise en œuvre de celles-ci.

4. Dans un dernier temps, la prise en compte des algorithmes de clustering et du filtrage qui pourraient éventuellement être nécessaires pour améliorer les performances, le taux de détection et le taux de fausses alarmes.

Bibliographie :

- [1] A. Hornung, K. M. Wurm, M. Bennewitz, C. Stachniss, and W. Burgard, "OctoMap: an efficient probabilistic 3D mapping framework based on octrees," *Autonomous Robots*, vol. 34, pp. 189–206, 2013.
- [2] R. Hagmanns, T. Emter, M. G. Besselmann, and J. Beyerer, "Efficient Global Occupancy Mapping for Mobile Robots using OpenVDB." *arXiv preprint arXiv:2211.04067*, 2022. [Online]. Available: <https://arxiv.org/abs/2211.04067>
- [3] Ken Museth, "VDB: High-resolution sparse volumes with dynamic topology," *ACM Transactions on Graphics (ToG)*, vol. 32, no. 3, p. 27, 2013.
- [4] J. Gehring, M. Hebel, M. Arens, and U. Stilla, "Change detection in street environments based on mobile laser scanning: A fuzzy spatial reasoning approach," *ISPRS Open Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, vol. 5, p. 100019, 2022.

Est-il possible d'envisager un travail en binôme ? **Non**

Méthodes à mettre en oeuvre :

- | | |
|---|--|
| <input type="checkbox"/> Recherche théorique | <input type="checkbox"/> Travail de synthèse |
| <input checked="" type="checkbox"/> Recherche appliquée | <input type="checkbox"/> Travail de documentation |
| <input type="checkbox"/> Recherche expérimentale | <input type="checkbox"/> Participation à une réalisation |

Possibilité de prolongation en thèse : **Non**

Durée du stage : Minimum : 4 mois Maximum : 5 mois (6 mois sur dérogation uniquement)

Période souhaitée : Début entre janvier et avril 2024

PROFIL DU STAGIAIRE

Connaissances et niveau requis :

Géométrie algorithmique, C++11 et templates, connaissances en GPU/CUDA serait un plus.

Ecoles ou établissements souhaités :

Écoles d'ingénieur (ENSGT, ISAE, INSA, ENSEEIHT, INP...) et Universités (traitement du signal / de l'information, mathématique appliquées)