

M2 stage 2025

Stage M2 : Mise au point d'un SLAM basé sur exploitation d'un nuage de points collectés par un ou plusieurs LIDAR mobile

LASTIG/ENSG/IGN



©IGN Véhicule Stéréoplis



©IGN LiDAR acquisition de Stéréoplis

1 Contexte

L'odométrie et la localisation et cartographie simultanées (SLAM) sont des éléments essentiels pour résoudre le problème de localisation dans les domaines de la robotique, de la vision par ordinateur et de la photogrammétrie. Le SLAM basé sur l'image a été largement étudié, souvent en combinaison avec le GPS, des unités de mesure inertielle (IMU) ou même plusieurs caméras [3]. Le LiDAR, un capteur relativement plus récent pour la localisation, est devenu plus accessible grâce à des avancées technologiques ayant rendu ces dispositifs moins coûteux, avec une précision et une densité de points accrues. Avec l'essor de la conduite autonome, le LiDAR a gagné en popularité et en reconnaissance. Par conséquent, le SLAM basé sur le LiDAR est devenu un domaine de recherche extrêmement actif.

2 Résumé et mission

2.1 Résumé

Le SLAM et l'odométrie sont les principales méthodes utilisées pour localiser précisément un véhicule à l'aide de la vision. Les benchmarks de SLAM [6] ont permis au SLAM 3D de devenir largement utilisé dans la conduite autonome. Comparé au SLAM basé sur l'image [11], le SLAM basé sur LiDAR offre des avantages tels qu'une précision plus élevée, une moindre sensibilité aux conditions d'éclairage et la capacité d'acquérir directement des données 3D. Le SLAM basé sur LiDAR est un sujet de recherche important en robotique.

Le premier cadre notable, Google Cartographer [7], a été développé pour le SLAM 2D. Par la suite, le SLAM 2D basé sur LiDAR a été largement utilisé pour la cartographie intérieure, avec des exemples tels que le chariot NavVis M3 [2]. Du SLAM 2D au SLAM 3D, deux stratégies principales sont utilisées pour faire correspondre les nuages de points LiDAR successifs : les méthodes basées sur l'algorithme Iterative

Closest Point (ICP) [5, 14, 16] et les méthodes basées sur des caractéristiques [13, 17]. L'apprentissage profond a également été intégré au SLAM [8] pour calculer la pose ou exploiter les informations sémantiques [4]. Son avantage réside dans le traitement parallèle ; cependant, des défis subsistent pour obtenir des vérités terrain pour l'entraînement et gérer des environnements non observés.

Dans ce stage, nous visons à explorer des méthodes traditionnelles de SLAM. Étant donné que les méthodes basées sur l'ICP rencontrent souvent des difficultés avec des nuages de points volumineux, des données bruitées et des valeurs aberrantes, notre attention se portera sur le SLAM basé sur les caractéristiques. Nous aurons donc besoin d'une méthode rapide et efficace pour détecter les lignes et les plans [9], ainsi que d'une méthode d'appariement des caractéristiques comme LOAM [17]. Les caractéristiques planaires et les caractéristiques de bord seront utilisées individuellement dans une optimisation en deux étapes pour estimer les six degrés de liberté (6DOF) [13].

Comme le temps réel et la robustesse sont des enjeux importants en robotique, et qu'ils ont été rarement abordés simultanément dans la littérature, nous nous concentrerons sur une extraction rapide et robuste des caractéristiques, par exemple en exploitant l'analyse de profil comme proposé dans [15].

2.2 Mission

Le stage portera sur le SLAM basé sur LiDAR enrichi par des caractéristiques. Les travaux incluront des investigations à partir de jeux de données ouverts, tels que KITTI [6] et le Oxford RobotCar Dataset [10], ainsi que des données IGN Stéréopolis [12]. Un pipeline de SLAM basé sur la 3D utilisant un scanner multi-couches, tel que LOAM [1], sera mis en œuvre. De plus, plusieurs autres méthodes seront évaluées à la fois sur les jeux de données ouverts et sur les données Stéréopolis. Une analyse basée sur les profils des données LiDAR sera explorée, suivie de l'intégration de caractéristiques rapides et stables, incluant des points, des lignes et des plans, dans le pipeline SLAM. Enfin, une évaluation complète sera réalisée pour mesurer les performances de la méthode nouvellement développée.

3 Profil recherché

Formation Bac +5, avec une spécialisation en vision par ordinateur ou en photogrammétrie de préférence. Idéalement un premier stage en vision par ordinateur ou en photogrammétrie ou en robotique.

- Notions de navigation inertielle et systèmes LiDAR
- Connaissance en programmation C++ appréciée
- Expérience en développement informatique
- Un plus si connaissances de environnement DOCKER et ROS

4 Conditions particulières

RAS

5 Atouts de l'environnement de travail

Durée du stage : 5 mois

Lieu : L'ENSG-Géomatique se situe au cœur d'un campus universitaire verdoyant à 20 minutes de Paris (RER ligne A), la Cité Descartes.

6 Procédure de candidature

Sur le site de l'IGN en suivant [Offres d'emploi](#) soumettre les documents suivants et **envoyer un courrier** aux contacts ci-dessous avec :

- CV
- Lettre de motivation
- 2 lettres de recommandation ou des contacts de personnes à contacter
- Relevé de notes des deux dernières années d'études
- Liste des cours suivis et validés au cours des deux dernières années

7 Contact

Pour tout renseignement complémentaire :

Bruno VALLET, Directeur de recherche , LASTIG : bruno.vallet@ign.fr

Teng WU, Chargé de recherche, LASTIG : teng.wu@ign.fr

Références

- [1] Advanced implementation of loam. <https://github.com/HKUST-Aerial-Robotics/A-LOAM>. Accessed : 2024-12-24.
- [2] Navvis sets new standard in slam precision. <https://www.navvis.com/blog/33-navvis-slam-precision>. Accessed : 2024-12-24.
- [3] Cesar Cadena, Luca Carlone, Henry Carrillo, Yasir Latif, Davide Scaramuzza, José Neira, Ian Reid, and John J Leonard. Past, present, and future of simultaneous localization and mapping : Toward the robust-perception age. *IEEE Transactions on robotics*, 32(6) :1309–1332, 2016.
- [4] Xieyuanli Chen, Andres Milioto, Emanuele Palazzolo, Philippe Giguere, Jens Behley, and Cyrill Stachniss. Suma++ : Efficient lidar-based semantic slam. In *2019 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS)*, pages 4530–4537. IEEE, 2019.
- [5] Pierre Dellenbach, Jean-Emmanuel Deschaud, Bastien Jacquet, and François Goulette. Ct-icp : Real-time elastic lidar odometry with loop closure. In *2022 International Conference on Robotics and Automation (ICRA)*, pages 5580–5586. IEEE, 2022.
- [6] Andreas Geiger, Philip Lenz, and Raquel Urtasun. Are we ready for autonomous driving? the kitti vision benchmark suite. In *2012 IEEE conference on computer vision and pattern recognition*, pages 3354–3361. IEEE, 2012.
- [7] Wolfgang Hess, Damon Kohler, Holger Rapp, and Daniel Andor. Real-time loop closure in 2d lidar slam. In *2016 IEEE international conference on robotics and automation (ICRA)*, pages 1271–1278. IEEE, 2016.
- [8] Qing Li, Shaoyang Chen, Cheng Wang, Xin Li, Chenglu Wen, Ming Cheng, and Jonathan Li. Lo-net : Deep real-time lidar odometry. In *Proceedings of the IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*, pages 8473–8482, 2019.
- [9] Yangming Li and Edwin B Olson. Extracting general-purpose features from lidar data. In *2010 IEEE international conference on robotics and automation*, pages 1388–1393. IEEE, 2010.
- [10] Will Maddern, Geoffrey Pascoe, Chris Linegar, and Paul Newman. 1 year, 1000 km : The oxford robotcar dataset. *The International Journal of Robotics Research*, 36(1) :3–15, 2017.
- [11] Raul Mur-Artal, Jose Maria Martinez Montiel, and Juan D Tardos. Orb-slam : a versatile and accurate monocular slam system. *IEEE transactions on robotics*, 31(5) :1147–1163, 2015.
- [12] Nicolas Paparoditis, Jean-Pierre Papelard, Bertrand Cannelle, Alexandre Devaux, Bahman Soheilian, Nicolas David, and Erwann Houzay. Stereopolis ii : A multi-purpose and multi-sensor 3d mobile mapping system for street visualisation and 3d metrology. *Revue française de photogrammétrie et de télédétection*, 200(1) :69–79, 2012.
- [13] Tixiao Shan and Brendan Englot. Lego-loam : Lightweight and ground-optimized lidar odometry and mapping on variable terrain. In *2018 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS)*, pages 4758–4765. IEEE, 2018.
- [14] Ignacio Vizzo, Tiziano Guadagnino, Benedikt Mersch, Louis Wiesmann, Jens Behley, and Cyrill Stachniss. Kiss-icp : In defense of point-to-point icp-simple, accurate, and robust registration if done the right way. *IEEE Robotics and Automation Letters*, 8(2) :1029–1036, 2023.
- [15] Teng Wu, Xiangyun Hu, and Lizhi Ye. Fast and accurate plane segmentation of airborne lidar point cloud using cross-line elements. *Remote Sensing*, 8(5) :383, 2016.
- [16] Masashi Yokozuka, Kenji Koide, Shuji Oishi, and Atsuhiko Banno. Litamin2 : Ultra light lidar-based slam using geometric approximation applied with kl-divergence. In *2021 IEEE international conference on robotics and automation (ICRA)*, pages 11619–11625. IEEE, 2021.
- [17] Ji Zhang, Sanjiv Singh, et al. Loam : Lidar odometry and mapping in real-time. In *Robotics : Science and systems*, volume 2, pages 1–9. Berkeley, CA, 2014.