

Partage d'informations visuelles et inertielles pour la cartographie et la localisation simultanées multi-robot décentralisées

Soutenance de thèse – Rodolphe Dubois

12 janvier 2021 à 14h00

Salle Marcel Pierre – ONERA Palaiseau

Devant le jury composé de :

Patrick Rives	Directeur de Recherche	INRIA Président
Roland Chapuis	Professeur des Universités, Institut Pascal	Rapporteur
David Filliat	Professeur ENSTA/ParisTech	Rapporteur
Ouidad Labbani	Professeure des Universités, XLIM	Examinatrice
Fawzi Nashashibi	Directeur de Recherche, INRIA	Examineur
Vincent Frémont	Professeur des Universités, Centrale Nantes	Directeur de thèse
Alexandre Eudes	Ingénieur Chercheur, ONERA	Encadrant
Véronique Serfaty	Direction Générale de l'Armement	Membre invité

Résumé :

En robotique mobile, les méthodes de cartographie et de localisation simultanées (SLAM) constituent une brique algorithmique essentielle afin de percevoir l'environnement et y naviguer de façon autonome. En contexte visuel, les méthodes de SLAM mono-robot ont aujourd'hui atteint un haut degré de maturité, ce qui a permis l'essor de méthodes collaboratives. Néanmoins, les problématiques d'autonomie des agents couplées aux contraintes d'information, de réseau et de ressources interrogent sur la nature des données à transmettre entre les robots. L'objectif de cette thèse est de concevoir des méthodes de partage d'informations visuelles et inertielles qui favorisent l'autonomie des robots et leur permettent d'affiner leur navigation dès lors qu'ils visitent des zones communes. Dans ce but, nous investiguons différents paradigmes d'échanges pour des architectures décentralisées de SLAM visio-inertiel et stéréo-visuel. Tout d'abord, nous proposons trois façons de synthétiser des données visio-inertielles, et développons une architecture de SLAM collaboratif décentralisée chargée d'en organiser le calcul, l'échange et l'intégration. Ces méthodes exploitent respectivement l'échange de sous-cartes visio-inertielles rigides, de paquets condensés par marginalisation et éparsification consistante, et de paquets élagués via la sélection de facteurs visio-inertiels bruts. Nous les évaluons sur des jeux de données standards, ainsi que sur notre jeu de données AirMuseum, spécifiquement conçu à cette fin. Enfin, nous appliquons l'architecture développée pour la cartographie dense en étendant une méthode de cartographie collaborative reposant sur l'échange, le recalage et la fusion de sous-cartes localement consistantes associées à des représentations de type TSDF.

Mots-clés : Robotique, SLAM multi-robots, estimation visio-inertielle

Abstract:

In mobile robotics, simultaneous mapping and localization (SLAM) methods are an essential algorithmic brick in order to perceive the environment and autonomously navigate within it. In a visual context, single-robot SLAM methods have now reached high maturity, which has allowed the development of collaborative SLAM methods. However, enhancing the agents' autonomy while facing informational, network and resource constraints raises the question about the nature of the data to be transmitted between the robots. The objective of this thesis is to design methods for sharing visual and inertial information for collaborative SLAM, which enforce the autonomy of agents and allow them to refine their navigation when they visit common areas. To this end, we have investigated multiple exchange paradigms for decentralized visual-inertial and stereo-visual SLAM architectures. First, we proposed three ways of summarizing visual-inertial data, from which ones we built collaborative SLAM methods. Those are respectively based on the exchange of rigid visual-inertial submaps, condensed packets computed through marginalization and consistent sparsification techniques, and pruned packets built through the selection of raw visual-inertial factors. We evaluated those methods on standard datasets, as well as on our custom AirMuseum dataset, which we purposely designed. Finally, from a mapping perspective, we applied the developed architecture to multi-robot dense SLAM, by extending a dense collaborative mapping method based on the exchange, the registration and the fusion of locally consistent submaps and associated with a TSDF representation.

Keywords: Robotics, Collaborative SLAM, Visual-inertial estimation