

Assistance à l'humain pour la réalisation de tâches robotiques de manipulation dans des espaces de grandes dimensions



Contexte

L'équipe RoBioSS est lauréate du projet national EQUIPEX+ TIRREX (2021-2028). Dans ce contexte les plateformes expérimentales de l'équipe seront étendues avec des équipements en manipulation innovants pour répondre à des enjeux d'assistance à l'humain dans des espaces de travail de grande dimension.

Pour accompagner ces travaux de recherche, nous proposons un sujet de thèse qui permettra de répondre aux enjeux scientifiques du projet.

Introduction

Les robots industriels classiques ne permettent pas aujourd'hui d'adresser un certain nombre d'enjeux propres à la manipulation dans de grands espaces ; on peut citer à titre d'exemple, la robotique de construction, le ponçage robotisé de très grandes surfaces, les opérations d'assemblage de charges lourdes dans de grands volumes, ... Ces applications, lorsqu'elles sont réalisées directement par l'humain, sont souvent réalisées dans des environnements à risque, avec un niveau de pénibilité et de dangerosité élevé.

Le sujet de thèse vise ainsi à accompagner ces enjeux propres à la réalisation de tâches de manipulation robotisées dans de grands espaces. La nature même des tâches par leur grande variabilité et leur complexité implique la nécessité d'associer l'humain en tant qu'expert métier dans leur production. A partir de l'existant, il apparaît que le développement d'une architecture hybride associant une base mobile pour le positionnement dans un espace de grandes dimensions et un bras manipulateur mobile équipé d'un préhenseur adaptatif permettrait de répondre à des enjeux d'adaptation. En effet, on observe une spécialisation des applications proposées dans ce contexte de grands espaces. Le système bras-main mobile pourrait ainsi offrir à l'humain une assistance permettant de prendre en compte la variabilité de la tâche à travers une interface de préhension agile adaptée et des stratégies de contrôle permettant d'améliorer la transparence de l'utilisation pour l'opérateur en mode téléopéré ou bien d'assister l'humain à proximité dans un scénario de collaboration homme-machine.

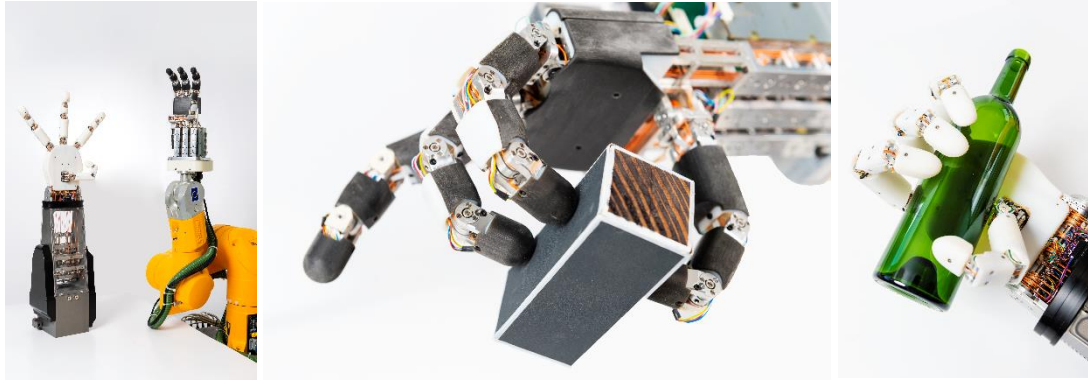


Figure : Préhenseurs innovants de l'équipe RoBioSS : Main robotique à haut niveau de dextérité – Préhenseur adaptatif pour l'archéologie sous-marine

Les travaux de l'équipe RoBioSS en préhension (cf figure ci-dessus) ont démontré la nécessité de proposer :

- à la fois des organes de préhension plus agiles et flexibles pour s'adapter à une grande variété de tâches de production ;
- et des stratégies de contrôle permettant d'accroître la capacité des robots à interagir avec l'environnement dans un contexte fort de sécurisation de l'interaction et de gestion dynamique des contraintes propres à la tâche.

Objectifs et méthodologie

Nous aborderons, avec ce projet de thèse, les enjeux liés à la réalisation de tâches de manipulation avec un système mobile robotisé dans de grands espaces de travail avec une inertie importante par rapport au système robotisé et/ou des efforts d'interaction élevés. L'approche que nous proposons a pour vocation à aboutir à un niveau de maturation compatible avec les exigences d'un transfert industriel.

Dans le projet proposé, le système mobile robotisé sera constitué d'un bras manipulateur équipé d'un préhenseur flexible, qui pourra être installé au choix, soit sur une base mobile « roulante », soit sur une base mobile « suspendue ». La plateforme robotique du laboratoire référencée au sein du réseau national Equipex Robotex offrira la possibilité d'installer le bras manipulateur du projet et son préhenseur dans ces deux configurations pour valider toutes les étapes du développement :

- sur un portique robotisé cartésien en configuration suspendue ;
- sur un robot mobile « Open Robotics ».

La réalisation de tâches de manipulation dans de grands espaces avec des inerties importantes par rapport au système robotisé implique la prise en compte de la dynamique globale du système pour produire une tâche en interaction avec l'environnement. Nous envisageons dans ce contexte deux types de scénarios de tâches en interaction :

- des tâches de « pick and place » robotisé avec des amplitudes de mouvement importantes et la nécessité de synthétiser la configuration du système robotisé « base mobile-bras-préhenseur » ;
- des tâches nécessitant la saisie d'un outil en interaction avec l'environnement avec la gestion des efforts d'interaction et la prise en compte de la dynamique globale du système « base mobile-bras-préhenseur ».

Les tâches visées doivent répondre à des contraintes fortes de précision, de contrôle des efforts d'interaction et de sécurisation de l'interaction robot-environnement.

Nous adresserons dans ce contexte les problématiques suivantes :

- Etat de l'art de la manipulation robotisée dans de grands espaces avec des rapports d'inertie système robotisé-charge à manipuler importants.
- Identification de tâches de production / cas d'utilisation du projet : définition de scénarios industriels de manipulation robotisée.
- En s'appuyant sur les scénarios préalablement définis, choix d'une solution de bras manipulateur contrôlable en position et en couple et d'une solution de préhension adaptée.
- Virtualisation de la cellule robotique d'assistance à la manipulation dans de grands espaces à des fins de simulation en s'appuyant sur le Laboratoire Commun Mach4.
- Planification et synthèse de configurations du système « base mobile-bras-préhenseur » répondant aux contraintes de précision/efforts en optimisant le coût énergétique ; exploitation de l'hyper-redondance pour répondre à ces contraintes qui pourront être intégrées dans un schéma d'optimisation global propre à la production de la tâche.
- Développement de contrôleurs corps-complet orientés tâches, pour la réalisation des scénarios visés avec les performances requises en mouvements/efforts.
- Sécurisation de l'interaction du système robotisé avec l'environnement : planification de trajectoires réactives visant à garantir la préservation de l'intégrité physique du système robotisé et de la tâche en interaction.
- Intégration du système robotisé et validation expérimentale des approches proposées sur la plateforme EQUIPEX+ TIRREX.

Direction de la thèse

Jean-Pierre GAZEAU

Ingénieur de Recherche CNRS, HDR, Responsable de l'équipe RoBioSS, Institut Pprime

jean.pierre.gazeau@univ-poitiers.fr

Pascal SEGUIN

Maître de Conférences, équipe RoBioSS, Institut Pprime

pascal.seguin@univ-poitiers.fr

Financement de la thèse

Allocation Ministère de l'enseignement supérieur, de la recherche et de l'innovation