



Offer #2024-08487

Doctorant F/H Perception sensori-motrice en robotique souple à travers la modélisation et la simulation

The offer description below is in French

Contract type : Fixed-term contract

Level of qualifications required : Graduate degree or equivalent

Fonction : PhD Position

About the research centre or Inria department

Le centre Inria de l'Université de Lille, créé en 2008, emploie 360 personnes dont 305 scientifiques répartis dans 15 équipes de recherche. Reconnu pour sa forte implication dans le développement socio-économique de la région des Hauts-De-France, le centre Inria de l'Université de Lille entretient des relations étroites avec les grandes entreprises et les PME. En favorisant les synergies entre chercheurs et industriels, Inria participe au transfert de compétences et d'expertise dans le domaine des technologies numériques et donne accès au meilleur de la recherche européenne et internationale au bénéfice de l'innovation et des entreprises, notamment dans la région.

Depuis plus de 10 ans, le centre Inria de l'Université de Lille est situé au cœur de l'écosystème universitaire et scientifique lillois, ainsi qu'au cœur de la Frenchtech, avec un showroom technologique basé avenue de Bretagne à Lille, sur le site d'excellence économique EuraTechnologies dédié aux technologies de l'information et de la communication (TIC).

Context

Les robots souples représentent une avancée majeure dans le domaine de la robotique, offrant des solutions innovantes pour développer des systèmes capables de se déformer et de s'adapter dans des environnements encombrés. Ces caractéristiques en font des outils prometteurs dans diverses applications médicales, allant de la réhabilitation, comme le développement des prothèses, aux outils d'interventions chirurgicales, comme les endoscopes, en passant par des organes bio-inspirés.

Cependant, pour exploiter pleinement leur potentiel, ces robots doivent être capables de perception sensori-motrice. Autrement dit, ils doivent intégrer des systèmes de capteurs souples permettant un retour d'information en temps réel, des mécanismes de contrôle robustes pour réguler les forces et les mouvements, ainsi qu'une conception anatomiquement fidèle pour répondre à des tâches spécifiques.

Assignment

Missions :

Cette thèse vise à explorer l'intégration de capteurs dans les structures des robots souples afin d'améliorer leur fonctionnalité, leur contrôle et leur application dans des robots souples reproduisant l'anatomie humaine (fantôme actif). Les travaux se concentreront sur trois axes principaux : le développement de modèles mathématiques précis pour prédire le comportement des robots souples et des données capteurs durant leur utilisation, la simulation de leurs performances dans des scénarios réalistes, et la conception de contrôleurs en boucle fermée exploitant les données des capteurs pour stabiliser et positionner les robots dans des environnements complexes.

Les résultats attendus contribueront au développement de robots souples capables de perception intrinsèque de leur environnement. Cela pourrait ouvrir de nouvelles perspectives dans les applications des robots souples en milieu médical.

Pour une meilleure connaissance du sujet de recherche proposé :

<https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acsnano.3c04089>

Main activities

Plan de Travail :

Année 1 : Revue de Littérature, Formation et Conception Conceptuelle

- **M1-M3** :

- Revue approfondie de la littérature sur les robots souples, les technologies de capteurs, la modélisation mécanique et le contrôle.
- Analyse des solutions robotiques anatomiques existantes et des cas d'application en milieu médical.
- **M4-M6** :
 - Prise en main de l'environnement SOFA.
 - Formation sur les outils de modélisation et de simulation, notamment :
 - la méthode des éléments finie (MEF),
 - la modélisation des éléments, plaques, coques, coques volumiques
 - la modélisation des matériaux hyper/élastiques.
- **M6-M9** :
 - Formation sur les technologies de capteurs (capteurs de déformation, capteurs capacitifs, piézoélectriques, etc.) et les méthodes d'intégration dans des matériaux souples.
- **M9-M12** :
 - Développement d'une première version conceptuelle d'un robot souple intégrant des capteurs, adapté au contrôle de force, inspiré par l'anatomie et guidé par la simulation.
- ##### Année 2 : Simulation, Optimisation et Développement de Contrôleurs
 - **M12-M15** :
 - Développement d'un modèle numérique détaillé du robot souple, intégrant les capteurs et les mécanismes d'actionnement.
 - Simulation du robot dans des scénarios réalistes pour évaluer ses performances globales, avec un accent sur l'interaction capteur-environnement.
 - **M15-M18** :
 - Optimisation itérative de la conception du robot en fonction des résultats de simulation : amélioration du placement des capteurs, des propriétés des matériaux et des stratégies d'actionnement.
 - **M18-M21** :
 - Développement d'algorithmes de contrôle en boucle fermée utilisant les données des capteurs pour stabiliser et positionner le robot dans des environnements tests.
 - **M21-M24** :
 - Validation du prototype numérique par des simulations avancées dans des environnements anatomiques et dynamiques réalistes.

Année 3 : Prototypage Physique, Validation et Rédaction de la Thèse

- **M24-M28** :
 - Fabrication du prototype physique du robot, incluant l'intégration des capteurs, les mécanismes d'actionnement et les systèmes de contrôle.
 - **Extension de la portée des robots souples** : En combinant les aspects d'actuation, capteurs et contrôle avec des fantômes réalistes, cette tâche ouvre des perspectives inédites pour la formation médicale et l'évaluation des dispositifs médicaux.
 - Évaluer la performance du prototype.
 - Exploiter cette technologie pour concevoir un robot souple reproduisant l'anatomie humaine, destinés au développement continu et à la validation clinique des endoscopes robotiques intelligents, tout en évaluant leurs performances fonctionnelles en comparaison avec les données cliniques.
- **M28-M32** :
 - Amélioration du prototype en fonction des résultats des tests expérimentaux.
 - Validation finale (dans le contexte médical).
- **Validation des simulations médicales** : Les fantômes actifs offriront une base solide pour évaluer l'efficacité des simulations utilisées dans les formations.
- **M32-M36** :
 - Rédaction de la thèse et préparation à la soutenance.

Benefits package

- Restauration subventionnée
- Transports publics remboursés partiellement
- Congés: 7 semaines de congés annuels + 10 jours de RTT (base temps plein) + possibilité d'autorisations d'absence exceptionnelle (ex : enfants malades, déménagement)
- Possibilité de télétravail et aménagement du temps de travail
- Équipements professionnels à disposition (visioconférence, prêts de matériels informatiques, etc.)
- Prestations sociales, culturelles et sportives (Association de gestion des œuvres sociales d'Inria)
- Accès à la formation professionnelle
- Sécurité sociale

General Information

- **Theme/Domain** : Robotics and Smart environments
Software engineering (BAP E)
- **Town/city** : Villeneuve d'Ascq
- **Inria Center** : [Centre Inria de l'Université de Lille](#)
- **Starting date** : 2025-02-01
- **Duration of contract** : 3 years
- **Deadline to apply** : 2025-01-17

Contacts

- **Inria Team** : [DEFROST](#)
- **PhD Supervisor** :
Dequidt Jérémie / Jeremie.Dequidt@inria.fr

About Inria

Inria is the French national research institute dedicated to digital science and technology. It employs 2,600 people. Its 200 agile project teams, generally run jointly with academic partners, include more than 3,500 scientists and engineers working to meet the challenges of digital technology, often at the interface with other disciplines. The Institute also employs numerous talents in over forty different professions. 900 research support staff contribute to the preparation and development of scientific and entrepreneurial projects that have a worldwide impact.

Warning : you must enter your e-mail address in order to save your application to Inria. Applications must be submitted online on the Inria website. Processing of applications sent from other channels is not guaranteed.

Instruction to apply

Defence Security :

This position is likely to be situated in a restricted area (ZRR), as defined in Decree No. 2011-1425 relating to the protection of national scientific and technical potential (PPST). Authorisation to enter an area is granted by the director of the unit, following a favourable Ministerial decision, as defined in the decree of 3 July 2012 relating to the PPST. An unfavourable Ministerial decision in respect of a position situated in a ZRR would result in the cancellation of the appointment.

Recruitment Policy :

As part of its diversity policy, all Inria positions are accessible to people with disabilities.