



Offre n°2024-07973

## Doctorant F/H Transparence et Agentivité dans les Systèmes de Téléopération Robotisés : Optimisation des Méthodes de Feedback pour une Interaction Humain-Robot Efficace

Type de contrat : CDD

Niveau de diplôme exigé : Bac + 5 ou équivalent

Fonction : Doctorant

### A propos du centre ou de la direction fonctionnelle

Le centre Inria de l'université de Bordeaux est un des neuf centres d'Inria en France et compte une vingtaine d'équipes de recherche. Le centre Inria est un acteur majeur et reconnu dans le domaine des sciences numériques. Il est au cœur d'un riche écosystème de R&D et d'innovation : PME fortement innovantes, grands groupes industriels, pôles de compétitivité, acteurs de la recherche et de l'enseignement supérieur, laboratoires d'excellence, institut de recherche technologique...

### Contexte et atouts du poste

Dans le monde industriel comme dans notre vie quotidienne, les engins robotisés sont largement répandus et, dans certains cas, ils sont même devenus indispensables : ils permettent d'effectuer les tâches les plus ingrates, répétitives et dangereuses. Parfois, ces systèmes robotisés sont d'une telle rapidité et d'une telle précision, qu'ils réalisent des actions impossibles pour un être humain. Cependant, il est clair que la robotique, et le niveau d'autonomie qui la caractérise, ne se contente pas de supplanter l'activité humaine, mais transforme aussi la nature même du travail humain. Cette modification se traduit notamment par une difficulté persistante à la conduite des systèmes fortement automatisés par l'opérateur humain.

Les robots ont un rôle important d'assistance à la conduite des systèmes complexes ; mais régulièrement, ils conduisent les opérateurs à se poser la question suivante : A cet instant précis, qui a le contrôle ? Plus spécifiquement, l'augmentation du niveau d'autonomie des robots tend à diminuer la compréhension par les opérateurs de nombreux détails de la situation de travail, diminuant ainsi leur sentiment de maîtrise. Dans ce contexte, la question du sentiment de contrôle peut être un élément important pour spécifier différents dispositifs robotisés, et pertinent pour évaluer la performance de l'opérateur. Il s'ensuit qu'une meilleure mesure et compréhension psychologique du sentiment de contrôle à l'égard du système que l'opérateur utilise pourrait contribuer à améliorer la conception des systèmes robotisés. Réciproquement, considérer des situations de contrôle complexes, comme les interactions de l'homme avec des dispositifs robotisés, peut améliorer notre compréhension des mécanismes cognitifs qui sous-tendent le sentiment de contrôle.

### Mission confiée

Cette thèse vise à étudier des méthodes de retours d'informations (feedbacks) pour améliorer la transparence des systèmes robotisés dans les tâches de coopération Humain-Robot. Dans le domaine des neurosciences cognitives, et plus particulièrement de la neuroergonomie, des travaux récents ont montré que la transparence d'un système dépend notamment de la capacité de l'utilisateur à activer des mécanismes d'agentivité pour exercer un contrôle sur le comportement du système. Cet engagement dans le contrôle met en jeu des mécanismes cognitifs de prédiction du comportement du système et dépend également de la capacité du système à afficher ses intentions (lisibilité).

En effet, lors d'un mouvement intentionnel, un « état désiré » est formulé, et parallèlement un état prédit est généré via une copie d'efférence. Ces deux états sont alors comparés à l'état actuel, permettant d'effectuer des corrections. L'agentivité semble étroitement liée à cette faculté de prédiction, comme le rapporte de nombreux travaux.

En accédant aux intentions du système (i.e., état désiré), l'individu utilise des heuristiques représentant le fonctionnement du système (modèle inverse) pour élaborer des prédictions sur son comportement (état prédit). Le niveau de correspondance entre l'état désiré et l'état prédit détermine le niveau d'agentivité de l'opérateur et la transparence du système avec lequel il interagit.

Nous souhaitons étudier ces mécanismes cognitifs dans le cadre de la téléopération d'un robot via un système haptique. Ces deux mécanismes d'inférence sont étroitement liés à la prédictibilité et à la lisibilité du comportement du système robotisé. Pour améliorer et orienter la compréhension du comportement du système, et donc de ses objectifs, nous souhaitons développer des méthodes de représentation et de communication d'informations relatives aux capacités du robot, à son assistance, ou encore à la tâche à réaliser. Nous pouvons notamment utiliser les résultats obtenus par l'équipe Auctus, qui ont montré l'intérêt d'une représentation par polytopes pour figurer en temps réel les performances d'un robot à partir de la connaissance de ses capacités d'actionnement et de ses contraintes mécaniques. Cette représentation peut également figurer l'espace de travail dans un futur proche. Il est ainsi possible de fournir à l'humain des informations visuelles diverses (ex : capacités du robot, environnement) influençant la planification du mouvement.

Une autre modalité d'assistance possible en téléopération est d'utiliser des retours de forces pour contraindre ou guider le mouvement de l'humain par l'intermédiaire du système haptique. Bien que ce type de retours puisse altérer les perceptions de l'opérateur, il permet de proposer un feedback multisensoriel plus riche, en intégrant des informations haptiques aux informations visuelles existantes. Cette solution étant étudiée par la communauté, il est intéressant de mesurer son impact sur la prédiction des conséquences sensori-motrices, de sorte que les afférences visuo-haptiques véhiculent un niveau d'incertitude plus faible que les afférences unimodales (visuelles ou haptiques) et participent à un traitement de l'information plus optimal vis-à-vis du processus de minimisation de l'erreur de prédiction mis en œuvre par le système nerveux central.

Ces études devraient permettre de choisir la modalité sensorielle de l'assistance et le niveau d'information à fournir à l'humain pour améliorer sa capacité à prédire un mouvement, et par là son agilité.

## Principales activités

Cette thèse trouve des applications motivantes et soutenues dans les domaines de la robotique industrielle, médicale et/ou aéronautique.

## Compétences

- Compétences en robotique
- Intérêt pour les neurosciences
- Maîtrise des langages : Python, C++.
- Connaissances solides en architecture logicielle et paradigmes de programmation, génie logiciel, bonnes pratiques et outils de développement logiciel (versionning, documentation, compilation, packaging, tests, CI, CD ...).
- Capacité à conduire une veille technologique et scientifique.
- Capacité à rédiger, publier et présenter en français et en anglais.

## Avantages

- Restauration subventionnée
- Transports publics remboursés partiellement
- Possibilité de télétravail partiel 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

## Rémunération

Contrat doctoral

Rémunération mensuelle brute :

- 2100 € les deux 1ères années
- 2190€ la 3ème année

## Informations générales

- **Thème/Domaine** : Robotique et environnements intelligents  
Instrumentation et expérimentation (BAP C)

- Ville : Talence
- Centre Inria : [Centre Inria de l'université de Bordeaux](#)
- Date de prise de fonction souhaitée : 2023-10-01
- Durée de contrat : 3 ans, 1 mois
- Date limite pour postuler : 2024-07-31

## Contacts

- Équipe Inria : [AUCTUS](#)
- Directeur de thèse :  
Daney David / [David.Daney@inria.fr](mailto:David.Daney@inria.fr)

## A propos d'Inria

Inria est l'institut national de recherche dédié aux sciences et technologies du numérique. Il emploie 2600 personnes. Ses 215 équipes-projets agiles, en général communes avec des partenaires académiques, impliquent plus de 3900 scientifiques pour relever les défis du numérique, souvent à l'interface d'autres disciplines. L'institut fait appel à de nombreux talents dans plus d'une quarantaine de métiers différents. 900 personnels d'appui à la recherche et à l'innovation contribuent à faire émerger et grandir des projets scientifiques ou entrepreneuriaux qui impactent le monde. Inria travaille avec de nombreuses entreprises et a accompagné la création de plus de 200 start-up. L'institut s'efforce ainsi de répondre aux enjeux de la transformation numérique de la science, de la société et de l'économie.

**Attention:** Les candidatures doivent être déposées en ligne sur le site Inria. Le traitement des candidatures adressées par d'autres canaux n'est pas garanti.

## Consignes pour postuler

Merci d'envoyer :

- CV
- Lettre de motivation
- Eventuelle lettre de recommandation
- Relevés de notes des 2 années de MASTER ( ou autre niveau équivalent)

### Sécurité défense :

Ce poste est susceptible d'être affecté dans une zone à régime restrictif (ZRR), telle que définie dans le décret n°2011-1425 relatif à la protection du potentiel scientifique et technique de la nation (PPST). L'autorisation d'accès à une zone est délivrée par le chef d'établissement, après avis ministériel favorable, tel que défini dans l'arrêté du 03 juillet 2012, relatif à la PPST. Un avis ministériel défavorable pour un poste affecté dans une ZRR aurait pour conséquence l'annulation du recrutement.

### Politique de recrutement :

Dans le cadre de sa politique diversité, tous les postes Inria sont accessibles aux personnes en situation de handicap.