

Ingénieur de recherche en robotique projet IMARA

Apprentissage par imitation pour l'assistance robotique au bloc opératoire

Laboratoire ICube, équipe RDH et plateforme IRIS

Mots clés : robotique, apprentissage par imitation, assistance au bloc opératoire

1. Laboratoire ICube

Sous l'égide de l'Université de Strasbourg, du CNRS, de l'ENGEEES et de l'INSA de Strasbourg, le laboratoire ICube UMR 7357 – Laboratoire des Sciences de l'Ingénieur, de l'Informatique et de l'Imagerie – rassemble à part égales deux communautés scientifiques à l'interface entre le monde numérique et le monde physique, lui donnant ainsi une configuration unique.

Composé de près de 800 membres, dont principalement des enseignants chercheurs, chercheurs, ingénieurs et doctorants, répartis au sein de 17 équipes et 7 plateformes expérimentales, le laboratoire ICube est une force de recherche majeure du site de Strasbourg. Fédéré par l'imagerie, l'unité a comme champs d'application privilégiés l'ingénierie pour la santé, l'environnement et le développement durable.

Fort de son dynamisme et bénéficiant d'un rayonnement national et international, celle-ci entretient et développe de nombreux partenariats académiques (INRIA, INSERM, les HUS, l'IHU de Strasbourg, l'ICANS, etc.) et industriels. Dans le cadre de son partenariat privilégié avec Télécom Physique Strasbourg, école associée à l'Institut Mines-Télécom, le laboratoire ICube est notamment membre de l'institut CARNOT Télécom & Société Numérique.

2. L'équipe RDH et la plateforme IRIS

L'équipe RDH (Robotique, Données et Santé) mène des recherches interdisciplinaires à l'interface de la robotique, de l'imagerie médicale et de la science des données. Ses travaux sont reconnus au niveau international, notamment dans les domaines de la robotique médicale et de l'intelligence artificielle pour la santé. Les travaux s'articulent principalement autour de trois axes.

- Le premier axe, robotique médicale et imagerie interventionnelle, développe des systèmes d'assistance robotique pour les procédures chirurgicales mini-invasives et la radiologie interventionnelle.
- Le second axe, apprentissage, modélisation et science des données, explore l'IA, la simulation biomécanique et l'analyse de données médicales. Il vise à utiliser la simulation pour générer des données d'apprentissage fiables.
- Le troisième axe, systèmes complexes et parcimonie, s'intéresse au contrôle et à la conception optimisée des systèmes mécatroniques. Il cherche à concevoir des robots plus performants, sûrs et économes en ressources.

Ces trois thématiques interagissent étroitement et illustrent la richesse scientifique de l'équipe. RDH associe expertise technologique et finalité médicale. Son objectif : faire progresser la robotique et les technologies de santé au service du patient.

L'équipe RDH peut également s'appuyer sur les moyens expérimentaux et l'expertise technique de la plateforme IRIS, Imagerie, Robotique et Innovation en Santé.

Cette plateforme met à disposition un ensemble d'équipements de pointe dédiés à la robotique médicale, à l'imagerie interventionnelle et à la modélisation biomédicale. Elle comprend plusieurs robots chirurgicaux et collaboratifs, des systèmes d'asservissement de précision, ainsi que des bancs d'expérimentation modulaires pour le prototypage et la validation de dispositifs médicaux. IRIS offre également un environnement complet pour la simulation, la navigation et le contrôle-commande robotique, compatible avec les environnements ROS/ROS2 et les outils de planification d'image 3D. Grâce à ses compétences en mécatronique, instrumentation et intégration, la plateforme accompagne les projets allant de la preuve de concept à la validation préclinique. Elle constitue ainsi un atout majeur pour les développements innovants en robotique et technologies de santé menés au sein d'ICube.

3. Le projet « Imitation MACHine for Robotics Assistance »

Les blocs opératoires sont des environnements complexes où la précision, l'efficacité et la sécurité sont essentielles au succès des interventions. Cependant, la complexité croissante des actes chirurgicaux et le manque d'interopérabilité entre les systèmes limitent l'efficacité et freinent la transition vers des hôpitaux intelligents.

Parallèlement, l'OMS alerte sur une pénurie majeure de personnel soignant en Europe, estimée à 4 millions de postes manquants d'ici 2030, touchant médecins, infirmiers et aides-soignants. Face à ces défis, les systèmes robotiques autonomes, tels que les robots mobiles (AMR) et les assistants robotiques infirmiers, apparaissent comme des solutions prometteuses pour optimiser les flux de travail et soutenir le personnel médical.

Le projet IMARA (Imitation MACHine for Robotic Assistance), mené par l'IHU Strasbourg, le laboratoire ICube, le CFPP de Colmar, l'Université de Reutlingen, le Fraunhofer IPA, et le Bosch innovation Campus de Stuttgart, vise à développer un système robotisé intelligent dédié au bloc opératoire. Issu des avancées du projet 5G-OR, IMARA intègre un prototype d'AMR pour améliorer la logistique et les flux chirurgicaux.

Une plateforme robotique de manipulation, hébergée sur la plateforme IRIS, sera développée pour apprendre et reproduire les gestes infirmiers, notamment la présentation et la préparation des instruments chirurgicaux.

Basé sur l'écosystème ROS2, logiciel libre largement utilisé dans la robotique, le projet bénéficie d'une infrastructure fiable, interopérable et modulaire, favorisant l'innovation ouverte et l'intégration fluide avec les autres dispositifs du bloc opératoire.

4. Identification du poste

- Affectation : Laboratoire ICube, équipe RDH plateforme IRIS
- Catégorie : Ingénieur de recherche

- Durée : Contractuel 2 an
- Quotité : 100 %
- Démarrage : 1/1/2026
- Localisation géographique : Laboratoire ICube, bâtiment IHU Strasbourg, 1 place de l'hôpital 67000 Strasbourg
- Rémunération : selon la grille de la fonction publique et l'expérience du candidat

5. Objectifs et démarche

L'ingénieur(e) intégrera une équipe pluridisciplinaire associant roboticiens, cliniciens et chercheurs des partenaires (Université de Reutlingen, Fraunhofer IPA, IHU Strasbourg et ICube). Il/elle participera au développement d'un système robotique intelligent dédié à l'assistance infirmière au bloc opératoire, capable d'apprendre, d'imiter et de reproduire des gestes humains en environnement chirurgical.

Missions principales

- **Conception et intégration robotique**
 - Développer et intégrer une plateforme robotique de manipulation compatible ROS2 (Robot Operating System 2).
 - Concevoir des architectures mécatroniques sûres et collaboratives adaptées à l'environnement hospitalier.
- **Apprentissage et imitation de gestes**
 - Mettre en œuvre des algorithmes d'apprentissage par démonstration (Learning from Demonstration, Imitation Learning).
 - Exploiter la vision par ordinateur et la capture de mouvement pour modéliser les gestes infirmiers.
 - Implémenter des modèles d'intelligence artificielle pour la reconnaissance et la reproduction des séquences d'actions.
- **Logiciels et systèmes**
 - Développer et maintenir des modules ROS2 (C++, Python).
 - Assurer l'intégration temps réel sur une infrastructure Linux/ROS2 compatible avec les contraintes médicales (sécurité, certification).
 - Participer à la mise en place d'une simulation (Gazebo, MuJoCo, Isaac Sim ou équivalent) pour le test virtuel des comportements robotiques.
- **Validation expérimentale**
 - Participer à la définition des scénarios d'usage avec les équipes médicales.
 - Effectuer les essais sur la plateforme IRIS et analyser les performances (précision, robustesse, sécurité).
 - Contribuer à la documentation technique et à la préparation des démonstrations publiques.

6. Profil recherché

Compétences requises

- Solides connaissances en **robotique, contrôle-commande, vision par ordinateur, utilisation de caméras 3D RGB-D, apprentissage par renforcement et IA appliquée.**

- Maîtrise de **ROS2**, **C++**, **Python**, des outils d'IA : **Pytorch**, **MuJoCo** et des outils de simulation (Gazebo, RViz, Isaac Sim...).
- Connaissances en **robotique mobile**, **mécatronique**, **capteurs**, **systèmes embarqués temps réel**.
- Capacité à utiliser et déployer **des outils de développements logiciels** : test unitaires, intégration continue, déploiement continu, docker, documentation.
- Capacité à **formaliser des besoins et des spécifications** et à agir à l'interface entre roboticiens, chercheurs en IA et personnels soignants (rédaction de cahiers des charges, cahiers des spécifications, cahiers de recettage)
- Sensibilité aux **exigences de sécurité et de certification médicale et des besoins médicaux**.
- Bon niveau en **anglais technique** et capacité à travailler dans un environnement international.

Profil recherché

- Diplôme d'ingénieur ou doctorat en robotique, mécatronique, informatique industrielle ou domaine équivalent.
- Expérience souhaitée (ou stage significatif) en robotique collaborative ou robotique médicale.
- Goût pour la recherche appliquée, l'expérimentation et le travail interdisciplinaire.
- Autonomie, rigueur et esprit d'équipe indispensables.

7. Contact et modalités de candidature

Laurent Barbé, Ingénieur de Recherche à l'Université de Strasbourg
laurent.barbe@unistra.fr : 03 90 41 35 43

Candidature : la candidature doit se faire par envoi de CV, lettre de motivation et la présentation d'un projet robotique par e-mail.