

Sujet : Conception, analyse et développement de robots continus miniaturisés pour les applications médicales

Lieu d'exercice : Laboratoire TIMC-IMAG, Grenoble en collaboration avec ICube, Strasbourg

Cadre de la thèse : LabEx CAMI 2 (Computer Assisted Medical Interventions)

Direction : Jocelyne Troccaz, TIMC, UMR 5525

Co-encadrement : M. Taha Chikhaoui, TIMC, UMR 5525

Benoît Rosa, ICube, UMR 7357

Début de thèse : Octobre 2019

Durée prévue : 36 mois

Contexte :

Malgré la croissance remarquable du nombre d'outils et dispositifs médicaux robotisés, des limites se posent en termes de capacité d'accès intracorporel et d'invasivité, notamment en endoscopie, urologie et chirurgie endovasculaire. Ainsi, dans le cadre des applications médicales (diagnostic et intervention), il existe encore des besoins en miniaturisation pour assurer la navigation dans des zones difficiles d'accès, en flexibilité/compliance de la structure pour permettre un contact sûr et non-invasif avec l'environnement, ainsi qu'en dextérité et degrés de liberté importants pour le suivi de trajectoires complexes.

Dans le cadre de cette thèse, le robot développé servira à l'assistance aux gestes médico-chirurgicaux par la navigation intracorporelle, le positionnement précis et/ou l'embarquement d'outils médicaux pour l'intervention et l'imagerie. Les robots continus/flexibles/souples s'inscrivent parfaitement dans ce contexte de miniaturisation et de flexibilité par l'absence de liaisons et d'articulations rigides dans leur structure et leur constitution en matériaux élastiques [1]. De récentes recherches ont démontré des possibilités d'amélioration des robots continus existants, notamment au niveau des degrés de liberté et de la génération de mouvements complexes (cf. Fig. 1).

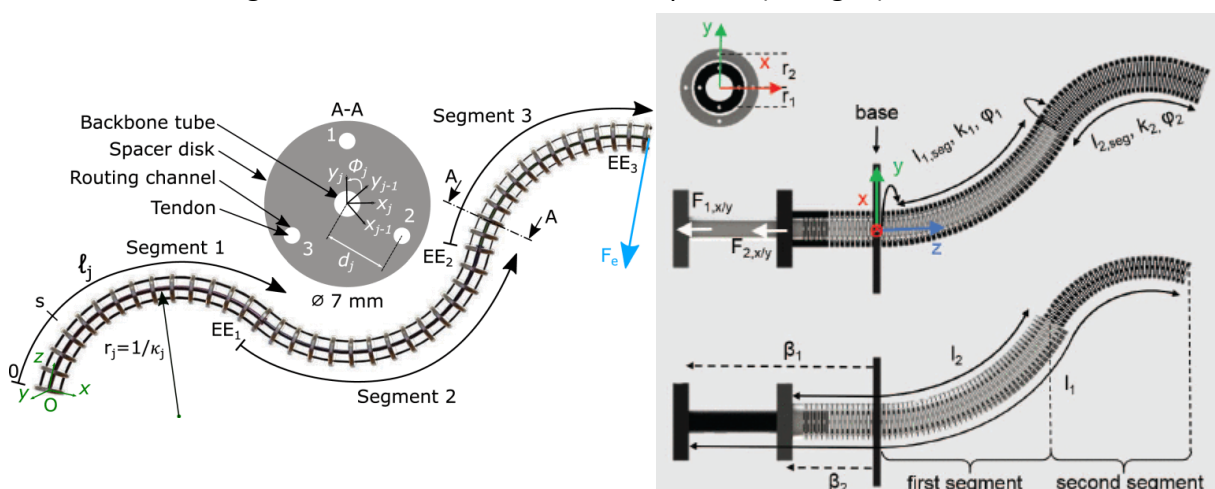


Fig. 1 : Exemples d'un robot continu à trois segments extensibles, actionné par câbles [2] et d'un robot continu hybride combinant tubes concentriques et actionnement par câbles [3].

Objectifs :

L'objectif principal de la thèse est de concevoir et de développer un robot continu innovant, capable de conserver les avantages intrinsèques des structures actuelles tels que la miniaturisation, la flexibilité et la dextérité tout en limitant les désavantages liés aux instabilités en torsion (i.e. robots à tubes concentriques) ou à la friction et la limitation des degrés de liberté par segment (i.e. robots continus à câbles).

Ce sujet de thèse vise à explorer les capacités offertes par de nouvelles modalités d'actionnement des robots continus. Des approches de combinaison de technologies d'actionnement (i.e. aspect coaxial, télescopique, actionnement par câbles/tiges, fluide) peuvent être envisagées [2,4]. Les notions de distribution et de modulation des degrés de liberté actionnés constituent un axe de recherche majeur : extensibilité du robot, relocalisation de l'actionnement en fonction des besoins de l'application, etc.

Des phases de modélisation et d'analyses cinématique et structurelle, ainsi que d'optimisation de la conception seront nécessaires. La conception retenue sera fabriquée et les performances de la structure proposée seront évaluées qualitativement et quantitativement.

Profil recherché :

Titulaire en septembre 2019 d'un diplôme d'ingénieur ou d'un Master 2 (ou un autre diplôme étranger équivalent dans l'enseignement supérieur français) en mécatronique, robotique ou dans un domaine similaire.

Des compétences en conception assistée par ordinateur et fabrication mécatroniques sont requises, des capacités analytiques (modélisation et intégration informatique) sont fortement recommandées. La créativité, le goût pour le travail expérimental et interdisciplinaire sont souhaitables.

Intégration :

La/le doctorant-e intégrera l'équipe GMCAO (Gestes Médico-Chirurgicaux Assistés par Ordinateur) du laboratoire TIMC et l'équipe AVR (Automatique Vision et Robotique) du laboratoire ICube.

Modalité de candidature :

Pour candidater, merci d'envoyer par mail un CV détaillé, une lettre de motivation et un extrait des notes de Master (ou équivalent) en format PDF uniquement, ainsi que les détails de contact de deux personnes référentes aux adresses suivantes avec « Candidature thèse CAMI 2 » en sujet :

M. Taha Chikhaoui, Chargé de Recherche CNRS, taha.chikhaoui@univ-grenoble-alpes.fr

Benoît Rosa, Chargé de Recherche CNRS, b.rosa@unistra.fr

Références :

- [1] Burgner-Kahrs J., Rucker D.C., Choset H. (2015): Continuum Robots for Medical Applications: A Survey, IEEE Transactions on Robotics, 31(6): 1261-1280. DOI: [10.1109/TRO.2015.2489500](https://doi.org/10.1109/TRO.2015.2489500)
- [2] Chikhaoui M.T., Lilge S., Kleinschmidt S., Burgner-Kahrs J. (2019): Comparison of Modeling Approaches for a Tendon Actuated Continuum Robot with Three Extensible Segments. IEEE Robotics and Automation Letters, 4(2): 989-996. DOI: [10.1109/LRA.2019.2893610](https://doi.org/10.1109/LRA.2019.2893610)
- [3] Amanov E., Granna J., Burgner-Kahrs J. (2017): Toward Improving Path Following Motion: Hybrid Continuum Robot Design. IEEE International Conference on Robotics and Automation, pp. 4666-4672. DOI: [10.1109/ICRA.2017.7989542](https://doi.org/10.1109/ICRA.2017.7989542)
- [4] Smoljkic G., Borghesan G., Devreker A., Vander Poorten E., Rosa B., et al. (2016): Control of a hybrid robotic system for computer-assisted interventions in dynamic environments. International Journal of Computer Assisted Radiology and Surgery, Springer Verlag, 11(7): 1371-1383. DOI: [10.1007/s11548-015-1333-8](https://doi.org/10.1007/s11548-015-1333-8)

Complémentarité :

M. Taha Chikhaoui et Benoît Rosa sont deux jeunes chargés de recherche CNRS effectuant respectivement leurs recherches à TIMC-IMAG et à ICube. Leurs compétences et champs disciplinaires sont à la fois convergents dans la mesure où leurs recherches sont centrées sur les robots continus, mais également complémentaires. En effet, M. T. Chikhaoui présente de fortes compétences en conception et modélisation de robots continus, notamment de robots à tubes concentriques et de structures flexibles actionnées par câbles. B. Rosa apporte ses compétences en commande par vision de robots continus, ainsi qu'en intégration mécatronique d'actionnement (tubes concentriques, fluide, mémoire de forme) et de capteurs (caméra, imagerie biophotonique) dans un contexte applicatif médical.