

Appel à sujet de thèse École doctorale SMAER 2021

Sujet : Développement d'une commande intelligente de membres surnuméraires robotiques

Directeur de thèse : Guillaume Morel

Co-encadrement : Nathanaël Jarrassé



Vue d'un dispositif de membre surnuméraire robotique développé à l'ISIR.

Description du sujet de thèse :

Au sein de l'équipe AGATHE nous travaillons au développement d'approches de commande innovantes de dispositifs robotiques d'assistance au geste pour des personnes porteuses de handicap sensorimoteurs. Nous avons ainsi récemment développé une commande innovante intuitive pour le contrôle de prothèse de membre supérieur qui exploite les compensations posturales et permet d'asservir les mouvements de la prothèse à ceux, mesurés, du corps du porteur afin d'automatiquement corriger les défauts d'action de cette dernière (thèse de Mathilde Legrand, lauréate du prix « women for sciences » de la fondation L'Oréal en partenariat avec l'académie des sciences).

Dans le cadre du projet européen FET-NIMA (Non-invasive Interface for Movement Augmentation) nous nous intéressons à étendre ces résultats au cas particulier de l'augmentation de la dextérité et de l'assistance à opérateur dans un contexte industriel. Les travaux portent sur la commande d'un bras placé dans l'environnement de travail. Nous pensons qu'il est également possible de développer une commande pour un dispositif porté de troisième bras robotique (Supernumerary Robotic Limb ou SRL). L'objectif de cette thèse sera donc de généraliser nos approches de contrôle exploitants les mouvements du corps (redondance, compensations, etc.) à ce nouveau type de dispositif d'assistance et à des situations fonctionnelles multiples représentatives des tâches d'un opérateur industriel.

Le projet de thèse consistera donc dans un premier temps à conduire une série de campagnes expérimentales de mesure sur sujets sains (à l'aide d'une plateforme de Motion Capture) afin d'étudier et de caractériser le comportement compensatoire chez des sujets asymptomatiques revêtu ou non d'une structure de type bras robotique surnuméraire.

Ces données serviront ensuite à développer, possiblement à l'aide de techniques de « *machine learning* » ou d'optimisation, un bloc de commande capable de déterminer à chaque instant sur quel mouvement compensatoire de la personne les mouvements du membre surnuméraire robotique doivent s'asservir, et de quelle façon. Un simulateur logiciel devra en parallèle être développé afin d'évaluer les performances de ce bloc de commande dans un environnement simplifié et contrôlé et de le comparer aux données obtenus expérimentalement. Ce bloc de commande sera ensuite mis en œuvre sur une plateforme de membre surnuméraire robotique en cours de développement à l'ISIR. Des campagnes expérimentales sur sujets sains seront conduites afin d'affiner le fonctionnement de la commande et d'en évaluer les performances (en terme d'efficacité fonctionnelle mais aussi de confort pour les utilisateurs), notamment par rapport à d'autres approches proposées dans la littérature scientifique exploitant des mesures électrophysiologiques.

Ce travail impliquera donc de l'analyse de mouvement, de la modélisation, de la commande, de l'IA, de la mise en œuvre de prototypes et de la conduite de tests expérimentaux chez l'humain.