

## Utilisation de l'IA dans la modélisation des robots d'assistance aux personnes fragiles

Jean-Pierre MERLET, équipe HEPHAISTOS, INRIA

Stage M2 2021

**Titre:** Utilisation de l'IA dans la modélisation des robots d'assistance aux personnes fragiles

**Encadrant:** Jean-Pierre Merlet (<http://www-sop.inria.fr/members/Jean-Pierre.Merlet//merlet.html>), directeur de recherche INRIA

**Laboratoire:** équipe projet HEPHAISTOS, INRIA)

2004, route des lucioles

06902 Sophia Antipolis Cedex

<https://team.inria.fr/hephaistos/fr/>

**Email:** [Jean-Pierre.Merlet@inria.fr](mailto:Jean-Pierre.Merlet@inria.fr)

## 1 Contexte

Le vieillissement généralisé de la population pose de gros problème d'autonomie pour les personnes dites fragiles (personne âgées, handicapées, en rééducation) et les tâches d'assistance sont souvent très pénibles physiquement pour les aidants (famille, communauté médicale, ...). C'est en particulier vrai pour la *mobilité* qui est un élément-clé de l'autonomie. En parallèle il y a une demande forte de la communauté médicale d'obtenir des informations sur la trajectoire de vie de ces personnes, bien au delà des quelques visites, souvent courtes, qui ne permettent d'obtenir que des informations partielles. L'objectif du projet HEPHAISTOS est de créer des dispositifs très peu intrusifs et de faible coût, qui combinent assistance et monitoring médical. Un focus spécifique est porté sur la mobilité avec le développement d'un robot qui permet à la fois de fournir une assistance modulable à la marche ou à la rééducation tout en réalisant une analyse de la marche, produisant des indicateurs qui sont considérés essentiels par les médecins pour l'évaluation de la santé des sujets. Ce robot est aussi un apport pour les aidants en réduisant leurs efforts physiques.

Un tel robot doit être à la fois puissant (pour pouvoir éventuellement soulever totalement un sujet), modulable (pour être installé dans l'environnement habituel du sujet) et peu intrusif. La solution proposée est appelée un *robot parallèle à câbles*, constitué de 4 treuils en hauteur qui permettent d'enrouler/dérouler indépendamment 4 câbles. Ces câbles sont attachés à un harnais ou à une plate-forme avec des poignets et un contrôle approprié de leurs longueurs permet de déplacer à volonté la plate-forme en translation (voir <http://www-sop.inria.fr/hephaistos/mediatheque/index.html>). Ce robot permet de diminuer les efforts des groupes musculo-squelettiques associés à la marche et dispose d'une instrumentation permettant d'analyser cette marche. Nous disposons d'une plate-forme robotique pour ce genre de test, actuellement installée dans la halle robotique de l'INRIA (espace de travail de 5x5x4 mètres pour une charge maximale de 250 kg). Il est nécessaire alors

- de bien comprendre les relations entre longueur des câbles et positionnement du robot alors que la flexibilité intrinsèque des câbles conduit à des modèles complexes
- d'exploiter au mieux l'instrumentation du robot pour réaliser l'analyse médicale, tout en se souciant de préserver la confidentialité des données

Pour le premier point nous disposons de différentes méthodes mathématiques permettant de donner des résultats exacts, ceci au prix toutefois d'un temps de calcul qui peut être long. Pour le second point la confidentialité des données impose un traitement des mesures brutes qui doit être local pour éviter une dissémination des mesures. Pour ce faire on utilise de l'informatique embarquée qui doit avoir une consommation énergétique limitée, compatible avec la capacité des batteries embarquées.

Nous désirons examiner si les méthodes IA peuvent fournir un apport sur ces deux points, en bénéficiant de l'existence de modules spécifiques comme le Nvidia Jason nano, conçus pour l'IA et à faible consommation.

## 2 Description des tâches

Pour le premier point nous disposons de différents capteurs qui mesurent la position de la plate-forme et donnent des informations (souvent approximatives) sur le comportement des câbles. Ces mesures sont redondantes et l'objectif est d'arriver à calculer les longueurs courantes des câbles, qui sont des éléments essentiels pour le contrôle du robot. Pour cela on dispose de modèle des câbles, qui sont paramétriques. Il faudra alors examiner si des méthodes d'apprentissage ou de réseaux de neurones peuvent fournir une information fiable sur les longueurs des câbles et sur les paramètres du modèle, dont certains peuvent être utilisés pour caractériser leur usure. Les autres méthodes que nous utilisons actuellement fourniront la vérité de terrain qui servira à la fois pour la vérification des résultats et l'apprentissage.

Sur le second point l'instrumentation, très bruitée, de la plate-forme doit permettre de produire des indicateurs médicaux qui sont connus (nombre de pas, vitesse de la marche, effort d'assistance, ...). Là aussi on dispose déjà de certaines méthodes pouvant fournir ces indicateurs et leur résultat servira comme réalité de terrain. Il faudra examiner si le traitement des mesures par une IA frugale en terme de consommation énergétique pourrait donner des résultats d'une qualité au moins comparable à celle des méthodes existantes et possiblement plus rapidement.

### Commentaires

- ce sujet peut être décomposé afin que deux stagiaires puissent traiter chacun des deux aspects du problème
- le sujet ne nécessite pas une connaissance approfondie de la robotique ou du domaine médical mais nécessite par contre une certaine maîtrise de l'IA et de l'implantation des méthodes sur des processeurs dédiés
- ce type de robot a des applications très diverses (maintenance industrielle, logistique, secours, arts, agriculture, ...) et le premier sujet est un point commun pour toutes ces applications.
- ce stage pourrait être réalisé en télétravail si les conditions sanitaires l'imposait.

### Gratification

Une gratification de stage, d'un montant qui est fixé par la loi (environ 550 euros), est proposée.