

Post-doctorat

Manipulation robotique d'objets souples pilotée par l'IA

Contexte

Contrairement à la manipulation de corps rigides, qui repose sur une modélisation cinématique et dynamique bien comprise, la manipulation robotique d'objets souples reste un défi majeur car elle nécessite de simuler des changements de forme. Cette tâche présente applications industrielles pratique, comme le conditionnement de produits agroalimentaires ou le positionnement de bandes de caoutchouc lors de la fabrication de pneumatiques.

La prédiction de telles déformations nécessite la résolution d'équations aux dérivées partielles (EDP) complexes, dérivées des principes fondamentaux de la mécanique des milieux continus. Les méthodes numériques traditionnelles, telles que la méthode des éléments finis, ne sont pas pertinentes dans ce contexte en raison des efforts numériques importants qu'elles impliquent.

Ce projet étudie des stratégies de solution alternatives pour résoudre ces EDP, plus précisément des solveurs d'EDP par apprentissage profond, tels que les réseaux de neurones informés par la physique (PINNs) [1] ou les méthodes de Deep Galerkin (DGM, voir par exemple [2, 3]). Ces approches reposent sur une technologie dédiée avec des architectures et des fonctions de perte spécifiques, etc. Leur apprentissage, qui demande un effort numérique significatif, peut être effectué sur une installation de calcul intensif ou sur une station de travail, évitant ainsi au robot d'avoir à exécuter ces calculs. Une fois entraîné, le réseau peut être utilisé en temps réel car il nécessite une puissance de calcul réduite. Ceci est pleinement compatible avec un contrôle en temps réel et la méthode au niveau du robot, qui dispose généralement de processeurs moins puissants.

Le travail portera sur la modélisation d'objets souples régis par l'élasticité non linéaire. Cela implique l'étude d'une gamme de problèmes non linéaires, allant des structures élancées 1D subissant de grandes déformations élastiques aux géométries hyperélastiques 3D complexes.

Profil recherché

Candidat(e) ayant une expérience en apprentissage profond (deep learning), avec une formation en génie mécanique, en mécanique des matériaux ou en méthodes numériques.

Candidature

Les candidatures doivent être envoyées avant le 28 mai à Pierre Beaurepaire (pierre.beaurepaire@sigma-clermont.fr) et Chedli Bouzgarrou (belhassen-chedli.bouzgarrou@sigma-clermont.fr).

Si vous êtes intéressé(e) par ce projet, veuillez envoyer votre CV et une courte lettre de motivation (maximum 1 page) détaillant votre domaine de recherche, votre motivation pour le projet, vos idées pour le projet et toute autre information pertinente.

Etablissement et Laboratoire

L'Université Clermont Auvergne (UCA) est un établissement d'enseignement supérieur situé à Clermont-Ferrand. Elle propose un large éventail de programmes dans divers domaines académiques. L'UCA accueille environ 38 000 étudiants et 1 300 enseignants-chercheurs.

Le chercheur postdoctoral sera accueilli à l'Institut Pascal, un institut d'ingénierie et de sciences appliquées, au sein de l'équipe " Mécanique, Génie Mécanique, Génie Civil, Génie Industriel" (M3G). L'équipe comprend environ 50 membres permanents et 50 membres non permanents (doctorants, post-doctorants, etc.). Une plateforme expérimentale de 3 200 mètres carrés est disponible et pourra être utilisée pour la validation expérimentale des méthodes développées au cours du projet.

Références

- [1] Raissi, M., Perdikaris, P., & Karniadakis, G. E. (2019). Physics-informed neural networks: A deep learning framework for solving forward and inverse problems involving nonlinear partial differential equations. *Journal of Computational Physics*.
- [2] Blechschmidt, J., & Ernst, O. G. (2021). Three ways to solve partial differential equations with neural networks — A review.
- [3] Lye, K. W., Sun, C., Li, Z., & Yin, C. (2024). Deep Learning for Solving Partial Differential Equations: A Review of Literature.