

Monsieur Azouaou OUYOUCF

Spécialité "Automatique, productique"

Soutiendra publiquement ses travaux de thèse intitulés

Modélisation, Analyse, Conception et Commande d'un robot Parallèle Continu pour des Applications Industrielles

dirigés par Monsieur Gang ZHENG et Monsieur Frédéric BOYER

Soutenance prévue le **mardi 09 décembre 2025** à 15h00

Lieu : Bâtiment A, Centre Inria de l'université de Lille, 40 av Halley, 59650 Villeneuve d'Ascq

Salle : Plénière

Composition du jury proposé

M. Gang ZHENG	Centre Inria de l'université de Lille	Directeur de thèse
M. Guillaume LAURENT	ENSMM	Rapporteur
M. Marc GOUTTEFARDE	LIRMM	Rapporteur
Mme Christine CHEVALLEREAU	LS2N	Examinatrice
M. Frédéric BOYER	IMT Atlantique	Co-directeur de thèse
M. Quentin PEYRON	Centre Inria de l'université de Lille	Co-encadrant de thèse

Mots-clés : Modélisation,Analyse,Conception,Commande,Robot parallèle continu,Cosserat theory

Résumé :

Les opérations industrielles de manipulation constituent l'une des applications les plus fondamentales et les plus répandues des manipulateurs robotiques, au cœur des systèmes de production automatisés modernes. Les robots articulés classiques se distinguent par leur rapidité, leur précision et leur répétabilité; toutefois, leur manque de flexibilité, les enjeux de sécurité liés à l'interaction homme-robot et leurs difficultés à évoluer dans des environnements dynamiques ou non structurés limitent leur utilisation. Dans ce contexte, les robots continus (RCs), et en particulier les robots parallèles continus (RPCs), apparaissent comme une alternative prometteuse. Grâce à leur compliance, ils ouvrent la voie à une automatisation plus sûre, plus adaptative et véritablement centrée sur l'humain. L'intégration de RPCs dans des tâches industrielles impose néanmoins de répondre à plusieurs exigences majeures : structure mécanique efficace, robustesse et durabilité, précision et rapidité. Or, les travaux existants sur les RPCs demeurent embryonnaires. La recherche s'est surtout limitée à des modèles et des lois de commande quasi-statiques et à des études cinématiques théoriques, tandis que les travaux de conception se sont principalement concentrés sur le développement de nouvelles architectures, sans relever le défi de leur intégration dans des applications exigeantes en industrie. Cette thèse s'inscrit dans cette perspective et présente quatre contributions principales. Tout d'abord, une étude comparative approfondie des deux formulations du modèle réduit de Cosserat, également appelé modèle "Geometric Variable Strain (GVS)", a été réalisée. Ces formulations sont basées sur les approches Newton-Euler et Jacobienne. L'étude met en évidence leur dualité mathématique, ainsi que leurs similitudes, différences et pertinence pour les RPCs. Ensuite, sur la base de ce modèle, une analyse de performance a été menée pour guider la conception optimale d'un nouveau RPC extensible actionné par câbles, garantissant un large espace de travail avec un minimum d'actionneurs, la stabilité élastique, l'absence de singularités et une capacité de charge maximale. La troisième contribution présente d'abord un algorithme de planification de trajectoire intégrant une métrique de durabilité via l'algorithme A*. Elle propose ensuite une commande quasi-statique basée sur le Jacobien, permettant d'exécuter ces trajectoires de manière précise et robuste. Validées expérimentalement, ces contributions assurent un suivi précis des trajectoires tout en limitant la fatigue des éléments du robot et en préservant leur durabilité. Enfin, une analyse dynamique des stratégies d'actionnement des RPCs a été réalisée, ouvrant la voie à des conceptions optimisées du point de vue de la commande. Sur cette base, une loi de commande dynamique a été proposée afin d'explorer la compatibilité des RPCs avec les opérations à hautes vitesses.