

OPTIMAL MOTION PLANNING IN REDUNDANT ROBOTIC SYSTEMS FOR AUTOMATED COMPOSITE LAY-UP  
PROCESS

**Résumé**

La thèse traite de la planification des mouvements optimaux dans les systèmes robotiques redondants pour l'automatisation des processus d'enroulement filamentaire. L'objectif principal est d'améliorer la productivité des cellules de travail en développant une nouvelle méthodologie d'optimisation des mouvements coordonnés du robot manipulateur, du positionneur de pièce et de l'unité d'extension de l'espace de travail. Contrairement aux travaux précédents, la méthodologie proposée offre une grande efficacité de calcul et tient compte à la fois des contraintes technologiques et des contraintes du système robotique, qui décrivent les capacités des actionneurs et s'expriment par les vitesses et accélérations maximales admissibles dans les articulations actionnées. La technique développée est basée sur la conversion du problème continu original en un problème combinatoire, où toutes les configurations possibles des composants mécaniques sont représentées sous la forme d'un graphe multicouche dirigé et le mouvement temporel optimal est généré en utilisant le principe de programmation dynamique. Ce mouvement optimal correspond au plus court chemin sur le graphique satisfaisant les contraintes de lissage. Il est également proposé une amélioration de cette technique en divisant la procédure d'optimisation en deux étapes combinant des recherches globales et locales. Au premier stade, l'algorithme développé est appliqué dans l'espace de recherche global généré avec une étape de discrétisation. Ensuite, la même technique est appliquée dans l'espace de recherche local, qui est créé avec un pas de discrétisation plus faible au voisinage de la trajectoire obtenue. Alternativement, la deuxième étape peut implémenter un lissage simple des profils variables redondants. Les avantages de la méthodologie développée sont confirmés par une application industrielle d'enroulement filamentaire pour la fabrication de pièces thermoplastiques au CETIM.

**Mots-clés** : Système robotique redondant, Planification de mouvements, Trajectoire temps-optimale, Programmation dynamique, Enroulement filamentaire

Visa du Directeur de Thèse

