

Thèse de doctorat en Sciences de l'Ingénieur

Titre : Génération de trajectoires d'usinage des surfaces gauches sur MOCN multi-axes par des méthodes issues de l'intelligence artificielle

Encadrants : Walter Rubio (walter.rubio@univ-tlse3.fr — Directeur de thèse) et Jean-Max Redonnet (jean-max.redonnet@univ-tlse3.fr)

Laboratoire : Institut Clément Ader (<http://www.institut-clement-ader.org/>)

Contexte de l'étude : Le fraisage en bout des surfaces gauches sur Machine-Outil à Commande Numérique (MOCN) multi-axes est une opération complexe et coûteuse qui intervient dans la réalisation de nombreuses pièces aéronautiques, de moules et de matrices d'emboutissage. De cette opération résulte nécessairement une erreur purement géométrique matérialisée par les crêtes résiduelles qui constituent le principal critère de qualité de ce type de surface.

Les stratégies classiques de génération de trajectoires (telles que les stratégies basées sur des plans parallèles) consistent à calculer les points de passage des trajectoires les uns après les autres en fonction de critères purement locaux. Pour garantir le respect de la hauteur de crête maximale admissible en tout point de la surface, ces stratégies conduisent de fait à faire de la sur-qualité sur tous les points non critiques.

Sujet de thèse : Le projet s'inscrit dans la lignée des nombreux travaux sur la génération des trajectoires d'usinage déjà menés à bien par l'équipe USIMEF. Nous avons déjà mis en évidence l'intérêt de découper la surface en zones afin d'utiliser un outil à bout torique dans un contexte où il est plus efficace que l'outil à bout sphérique généralement utilisé pour ce type d'usinage. Dans ce domaine, l'utilisation d'outils de classification tels que les K-Means ou les cartes de Kohonen permettra une amélioration sensible de ce découpage.

L'utilisation d'outils issus de l'intelligence artificielle doit également permettre de combiner une vision globale des trajectoires en cours de planification à la vision locale indispensable au respect du critère de qualité. Pour ce faire, nous développerons une nouvelle stratégie de génération des trajectoires, basée sur un maillage, représentatif des trajectoires d'outil, qui sera appliqué à la surface et modifié par un double processus d'adaptation et de raffinement. L'adaptation consiste à déplacer les nœuds du maillage afin de prendre en compte les courbures de la surface tout en garantissant une couverture globale et homogène. Le raffinement du maillage permet d'augmenter le niveau de détail pris en compte dans l'adaptation. Cette approche permet également d'intensifier le raffinement dans les zones les plus critiques. Pour mener à bien ces travaux, de nouveaux outils utilisant les techniques des cartes auto-organisatrices (*SOM : Self Organizing Maps*) seront développés.

Profil recherché : Les travaux à mener sont centrés sur la manipulation des courbes et surfaces gauches dans un espace tridimensionnel. Ils présentent 3 aspects :

- l'élaboration de nouvelles stratégies de planification des trajectoires pour l'usinage de surfaces gauches
- l'implémentation de ces stratégies et leur évaluation par comparaison à l'existant
- la validation expérimentale sur des pièces réelles.

Les nouvelles stratégies que l'on souhaite développer s'appuient sur des outils issus de l'intelligence artificielle (méthodes de classification et d'auto-apprentissage, cartes auto-organisatrices). Une certaine connaissance de ces domaines facilitera l'immersion du candidat dans le sujet.

L'implémentation des modèles élaborés sera effectuée durant la thèse. Des capacités en programmation et un certain goût pour l'implémentation logicielle sont donc essentielles. Une bonne maîtrise des techniques classiques de programmation est nécessaire. Une connaissance du langage Java serait un plus.

La validation expérimentale pourra être réalisée en s'appuyant sur les ressources du laboratoire et ne nécessite pas de compétences particulières de la part du candidat.

Mots-clés : Géométrie tridimensionnelle, intelligence artificielle, courbes et surfaces gauches, langage Java

Informations complémentaires :

Type de contrat : contrat doctoral MESR — possibilité d'obtenir une charge d'enseignement équivalente à l'ex-monitorat (64h/an) sous forme d'avenant DCE (Doctorant Chargé d'Enseignement) au contrat doctoral.

Rémunération : env. 1770 € brut/mois (+ env. 180 €/mois si DCE)

École Doctorale : MÉGeP (Mécanique, Énergétique, Génie civil et Procédés) — <http://www.ed-megep.fr/>

Démarrage prévu : septembre 2018