

Proposition de thèse

Développement d'une cellule robotique multi-procédés de fabrication additive pour la réalisation de pièces de grandes dimensions

Contact

BOISSELIER Didier, db@irepa-laser.com

SABOURIN Laurent, laurent.sabourin@sigma-clermont.fr

Contexte

L'Alliance Industrie du Futur française qualifie la fabrication additive (AM) de "révolution industrielle en marche et de 4^{ème} révolution industrielle". Les technologies additives DED (Direct Energy Deposition), basées sur l'utilisation de poudres et de fil fondus par faisceau laser, faisceau d'électrons ou arc électrique gagnent en maturité et trouvent progressivement leur marché passant même pour certaines dans les premières lignes de production industrielle (comme la technologie CLAD® développée par IREPA LASER, adoptée par la société Chromalloy et qualifiée par Pratt & Whitney pour des opérations de réparations de pièces aéronautiques). De la même manière, les pièces fabriquées par les technologies "lits de poudres" se retrouvent aussi désormais dans certains moteurs d'avion ou dans le secteur médical (outillages).

Toutefois, ces degrés de maturité et de pénétration industrielle se limitent essentiellement à des pièces de petites et moyennes dimensions (< m³). Les industriels des secteurs de l'aéronautique, du spatial, du pétrole, du transport, de l'énergie ou des ouvrages d'art sont encore dans l'attente de solutions-machines capables de produire des **pièces de grandes dimensions** (au-delà de 1,5 m) avec un enjeu majeur : **être en mesure d'utiliser ces systèmes dans un environnement de production à des prix maîtrisés et en créant une nouvelle source de valeur.**

IREPA LASER met en place, avec plusieurs partenaires industriels et académiques, un projet de développement nommé PAMPROD dans le but de répondre à une demande industrielle visant la recherche d'une solution capable de produire des pièces de grandes dimensions par Fabrication Additive (plusieurs mètres de longueur). Cette demande industrielle est multisectorielle et concerne une gamme étendue de géométries, de matériaux ou encore d'applications.

Le projet a pour objectif de lever des verrous technologiques pour concevoir et commercialiser une machine capable de fabriquer des pièces de grandes dimensions de manière industrielle. De nombreux développements seront nécessaires pour atteindre l'objectif visé, en particulier la modélisation, la robotique, le contrôle de procédé et l'intelligence artificielle.

Le projet s'appuie donc sur le développement de solutions robotiques pour déposer de la poudre et du fil, fondus par des sources d'énergie adaptées. Cette machine sera hybride car elle combinera à la fois du dépôt fil et du dépôt poudre sur la même installation.

Projet de recherche

L'objectif du présent projet de recherche est de participer au développement d'une cellule robotique multi-axes et multi-robots permettant l'utilisation conjointe de différents process (dépôt de fil et dépôt poudre) pour la réalisation de pièce de grandes dimensions.

Les objectifs principaux de la thèse concernent :

- La définition de l'architecture de la cellule et la répartition des mobilités (robots/pièce)
- La planification optimisée des trajectoires des robots (dépôt de fil et dépôt poudre)
- Les moyens de maîtrise par la cellule robotisée de la qualité des pièces réalisées.

Afin d'atteindre ces objectifs, les travaux de recherche intégreront notamment les étapes suivantes :

- La formalisation des contraintes process dans la définition d'une solution robotisée (précision, vitesse, dimensions, etc.)
- La gestion des redondances cinématiques apportées par les axes complémentaires, qui permettra de définir des trajectoires optimisées suivant un ensemble de critères : précision de positionnement du TCP, respect de la vitesse d'avance programmée, accessibilité, agilité, etc.).

Cette optimisation nécessite également la prise en compte d'un ensemble de contraintes inhérentes à la robotique : garantir la t-parcourabilité des trajectoires, l'évitement des singularités et des obstacles, la caractérisation du domaine opérationnel anisotrope, etc.

- Le recours à des capteurs extéroceptifs (vision, palpeur, autre) devra permettre de déclencher une action corrective sur la base critères spécifiques (à établir) pour améliorer le placement de la tâche et de la trajectoire par traitement des redondances cinématiques.

Ce travail sera réalisé en collaboration étroite avec l'ESTIA pour la partie robotique concernant plus particulièrement les parties de pilotage process et programmation des trajectoires. Les travaux s'appuieront sur une phase expérimentale importante, l'objectif étant d'obtenir une première cellule opérationnelle avant la fin de la thèse.

Institut Pascal (UMR 6602) – Université Clermont Auvergne

L'institut pascal rassemble 370 personnes, placé sous la triple tutelle de l'Université Clermont Auvergne (UCA), du CNRS et de SIGMA Clermont. Les travaux seront réalisés au sein de l'axe M3G et du thème Machines, Robots et Systèmes industriels (MRSI) qui a comme objectifs la conception avancée et l'excellence opérationnelle des machines, robots et systèmes industriels en interaction avec les procédés de fabrication.

Candidat

Ce travail de thèse consiste au développement d'une cellule robotique multi-axes et multi-robots appliquée à la fabrication additive par dépôt de fil et dépôt poudre. Le candidat recherché doit donc posséder de bonnes bases en modélisation de systèmes robotiques ainsi qu'une certaine culture technique dans le domaine des procédés de fabrication additive métallique. Il devra également faire preuve de sens expérimental, notamment en robotique et en fabrication additive, afin de caractériser les contraintes process et valider les trajectoires et la qualité de réalisation des pièces. Le candidat devra justifier de sa motivation pour le projet, être curieux et dynamique pour mener à bien ce projet.

Localisation

Ces travaux de thèse se dérouleront principalement dans les locaux de l'entreprise IREPA LASER, mais également au sein de l'Institut Pascal et de la plateforme technique de SIGMA Clermont.

Financement

Le doctorant sera financé sur contrat CIFRE pour une durée de 36 mois. Le salaire indicatif est de 2000 € brut par mois plus tickets restaurants.

Date de démarrage

Il est souhaité que les travaux démarrent dès que possible.