

Sujet de thèse :

Elaboration de stratégies de commande numérique pour pilotage EBM à très haute vitesse en fabrication additive

Début de la thèse : Septembre 2019

Laboratoire d'accueil :

L2S (Laboratoire des Signaux et Systèmes), UMR 8506 CentraleSupélec-CNRS-Univ. Paris Sud, Département Automatique, Plateau de Moulon, 3 rue Joliot-Curie, 91 192 Gif sur Yvette cedex

Contexte :

En fabrication additive métallique, l'un des objectifs principaux est d'optimiser la productivité de la machine en maximisant la vitesse de parcours, ceci quelle que soit l'actionneur utilisé ainsi que sa source d'énergie associée. Dans ce contexte, un maillon important a trait à la recherche de stratégies de pilotage optimales pour les actionneurs considérés. Des travaux précédents ont permis d'ouvrir des perspectives dans le cadre de procédés SLM (Selective Laser Melting) avec une association galvanomètre comme actionneur de partie opérative et laser comme source d'énergie associée.

Dans le cadre de cette thèse, et afin de réaliser un pilotage à très haute vitesse, on s'intéressera plus spécifiquement au procédé de type EBM (Electron Beam Melting) qui associe canon à électrons pour la source d'énergie et bobine comme actionneur réalisant le pilotage du faisceau d'électrons.

Les recherches seront principalement menées au L2S, mais pourront inclure également des actions sur une machine équipée d'un canon à électrons présente au LPGP (Laboratoire de Physique des Gaz et des Plasmas) à Orsay. Elles feront enfin l'objet d'échanges avec d'autres doctorants sur des sujets connexes.

Problématique :

(Compte tenu des contraintes de confidentialité liées au projet, la description de la problématique est volontairement courte)

Le procédé EBM présente un certain nombre d'avantages par rapport à la technique SLM. Ainsi, l'utilisation d'un canon à électrons permet de faire varier la puissance et le diamètre du faisceau d'électrons, ce qui assure tant le contrôle de l'énergie thermique apportée au lit de poudre que celui de la sélectivité du faisceau. De plus, le pilotage du faisceau étant réalisé par des bobines et non par des éléments mécaniques comme pour le SLM (galvano-scanner), la vitesse de déplacement peut être très élevée.

Par conséquent, cette technologie utilisant une source de plus forte puissance qu'un laser aura pour conséquence de pouvoir augmenter les vitesses de parcours donc la productivité, et l'absence d'inertie mécanique devrait mener à des temps de réponse des

bobines supérieurs à ceux obtenus avec des galvanomètres. Une partie des gains en vitesse viendra donc de la technologie elle-même.

Mais elle viendra également des stratégies de pilotage développées, sachant que, à la différence des galvanomètres, on ne dispose de mesure ni directe ni indirecte de la position du faisceau.

La première partie des travaux de thèse portera donc sur l'obtention de cette information, soit à partir de la mesure d'autres signaux caractéristiques, soit à partir de l'information issue d'un modèle qu'il s'agira de déterminer et d'en identifier les paramètres.

La deuxième partie des travaux se focalisera sur l'élaboration de lois de commande robustes et leur validation, ainsi que la détermination de l'électronique associée nécessaire pour la commande des bobines.

Vos compétences :

Nous recherchons un(e) candidat(e) ayant tout ou partie des compétences suivantes :

- commande numérique de machine-outil : modélisation et pilotage d'une chaîne électromécanique
- théorie des asservissements
- environnement de développement Matlab et C/C++
- intégration, expérimentation et validation sur plateforme de test industrielle
- capacités d'analyse, d'autonomie et esprit d'initiative
- capacité à travailler au sein d'un projet collaboratif
- aptitude à communiquer aussi bien à l'oral qu'à l'écrit (en français et anglais)

Salaire :

Environ 2100€ brut soit 1700€ net.

Candidature : faire parvenir

- un CV
- une lettre de motivation
- les relevés de notes de votre cursus de master et/ou d'ingénieur
- une lettre de recommandation du responsable de master
- les coordonnées de deux personnes référentes.

Contact : Envoyer votre candidature par courriel à

Didier Dumur : didier.dumur@centralesupelec.fr

Pedro Rodriguez : pedro.rodriguez@centralesupelec.fr

PhD Subject:

EBM (Electron Beam Melting) numerical control strategies for very high speed metal additive manufacturing

Starting date: September 2019

Laboratory:

L2S (Laboratoire des Signaux et Systèmes), UMR 8506 CentraleSup lec-CNRS-Univ. Paris Sud, Département Automatique, Plateau de Moulon, 3 rue Joliot-Curie, 91 192 Gif sur Yvette cedex

Context:

In metal additive manufacturing, one of the principal objectives is to optimise the machine productivity maximizing the path following speed, whatever the actuator used for control and the associated energy source. In this context, an important link relates to the elaboration of optimal control strategies for the considered actuators. Previous works have opened up perspectives in SLM (Selective Laser Melting) processes with a galvanometer as the actuator of the operating part and a laser as the associated energy source.

In the framework of this thesis, and in order to carry out very high speed path following, we will focus more specifically on the EBM (Electron Beam Melting) type process. EBM associates an electron gun for the energy source and a coil as the actuator performing the control of the electron beam.

The research will mainly be conducted at L2S, but may also include actions on a machine equipped with an electron gun present at the LPGP (Laboratoire de Physique des Gaz et des Plasmas) in Orsay. They will also be the opportunity of exchanges with other PhD students on related subjects.

Proposed work:

(Given the confidentiality constraints of the project, the description of the problem is deliberately short)

EBM has numerous advantages over SLM. The use of an electron gun, for example, makes it possible to vary the power and diameter of the electron beam, which ensures both the control of the thermal energy supplied to the powder bed and the control of the selectivity of the beam. Moreover, since the beam is controlled by coils and not by mechanical elements such as galvanometers in SLM, the movements can be performed at very high speed.

Therefore, this technology using a source of higher power than a laser will have the consequence of being able to increase the path following speeds and therefore the productivity. In addition, the absence of mechanical inertia should lead to higher response times for coils than for galvanometers, therefore some of the speed gains will come from the technology itself. However, it will also come from the developed control strategies, knowing that, unlike the galvanometers, there is neither direct nor indirect measurement of the position of the beam.

The first part of the thesis will therefore focus on obtaining this information, either from the measurement of other characteristic signals or from the information derived from a model that will have to be determined through a parameters identification phase. The second part of the work will focus on the elaboration of robust control laws and their validation, as well as the determination of the associated electronics needed for the control of the coils.

Required skills:

This thesis requires some or all of the following skills:

- numerical control of machine tools: modelling and control of an electromechanical chain
- basic automatic control skills
- knowledge in Matlab/Simulink and C/C++
- integration, experimentation and validation on an industrial testing platform
- analysis skills, autonomy and initiative
- ability to work in a collaborative project
- ability to communicate both orally and in writing (in English and French)

Salary:

Approximately 2100€ before tax or 1700€ net.

Application : send

- CV
- a motivation letter
- master's and/or engineering studies evaluations
- a recommendation letter from the master supervisor
- the coordinates of two referees

Contact: Send your application by e-mail to

Didier Dumur : didier.dumur@centralesupelec.fr

Pedro Rodriguez-Ayerbe : pedro.rodriguez@centralesupelec.fr