

OFFRE DE THESE – Projet SOFIA

Développement d'un Framework de traçabilité et d'aide à la décision pour la maîtrise de la chaîne de la valeur en fabrication additive

Mots clés : Fabrication additive, Industrie 4.0, traçabilité, aide à la décision, performance

Laboratoire et équipes de recherche

LS2N (Laboratoire des Sciences du Numérique de Nantes, UMR 6004) est un nouveau laboratoire créé en janvier 2017 et résultant de la fusion de l'IRCCyN (UMR 6597 : Institut de Recherche en Communications et Cybernétique de Nantes), et du LINA (UMR 6241 : Laboratoire d'Informatique de Nantes Atlantique).

IS3P (Ingénierie des Systèmes : Produits, Processus, Performances) est une équipe du LS2N dont la thématique est de développer des méthodes et outils pour la modélisation, l'analyse, la conception et le pilotage des systèmes sociotechniques. La gestion des connaissances, l'amélioration des performances et les systèmes d'information métier sont au cœur des problématiques de recherche de l'équipe.

Contexte scientifique

La fabrication additive (FA) est un domaine en forte expansion présentant des innovations technologiques en rupture avec les procédés classiques aussi bien au niveau des caractéristiques du produit que des procédés et des systèmes de fabrication qui permettent d'obtenir ce produit. En opposition aux procédés par retrait de matière, tel que l'usinage, la mise en forme d'une pièce par fabrication additive est obtenue en ajoutant de la matière par empilement de couches successives (Wong et al., 2012). Le principe de solution étant le même mais les procédés technologiques de la FA sont légion, présentant des niveaux de performance très variés en termes de coût et de qualité. De plus, l'adoption de la fabrication additive implique une évolution des processus d'entreprise sous-jacents, notamment la conception, la production la logistique et la planification. Aussi, plusieurs problématiques liées à l'optimisation de la matière, la planification ou encore le positionnement des pièces à fabriquer sont spécifiques au domaine (Zhang et al., 2015 ; Zhang et al., 2014).

La maîtrise des processus de la fabrication additive est un vrai challenge en raison de la forte diversité technologique et la présence d'une masse conséquente de données numériques et de connaissances hétérogènes, partagées par plusieurs parties prenantes. Dans ce cadre, l'objectif du projet SOFIA est de développer une nouvelle plateforme de fabrication additive couvrant l'ensemble de la chaîne de valeur, depuis la conception jusqu'à la livraison des produits. Forte de son expérience dans le domaine, l'équipe IS3P contribue aux deux axes transverses liés au pilotage de la chaîne de valeur et à la maîtrise de la chaîne numérique associée, permettant l'intégration des données produit, des processus métier, des ressources matérielles et des solutions logicielles de la plateforme SOFIA. Un troisième axe, complémentaire au précédent, concerne la définition de l'architecture fonctionnelle de la plateforme logicielle SOFIA.

Le pilotage de la chaîne de valeur consiste en l'identification et le contrôle des activités génératrices d'une vraie valeur ajoutée pour l'entreprise et avec un fort impact sur la performance du système (Bosch-Mauchand et al., 2012). La maîtrise de la chaîne numérique s'assure de la continuité et de l'homogénéité des données entre les différentes applications informatiques supportant les processus métier de la chaîne de valeur (Bonnard et al., 2010).

Missions de la thèse

Ce travail de thèse s'intègre principalement dans le premier axe. Il s'intéresse au développement d'une stratégie de pilotage de la chaîne de valeur associée au projet de développement produit par fabrication additive. Il s'agit de mettre en place une plateforme interopérable intégrant l'environnement nécessaire à la modélisation, l'analyse de performance et l'aide à la décision. Ceci consistera la base de la chaîne numérique support des différentes étapes clés de la FA depuis la conception jusqu'à la livraison du produit final.

Un premier travail de master a permis de construire une cartographie des processus et des données liées au domaine de la fabrication additive dans un but de compréhension et d'échange avec les partenaires du projet. Le travail de la thèse devra s'appuyer sur cet acquis pour le faire évoluer et le compléter pour couvrir tous les aspects sous-jacents à la chaîne de valeur. Un deuxième travail en cours consiste à la finalisation d'une ontologie de domaine relative à la fabrication additive.

Sur la base de ces travaux, le premier objectif de la thèse consistera à définir une démarche de traçabilité s'appuyant sur le quadruplet Produit-Processus-Ressources-Organisation (PPRO) (Le Duigou 2010). La traçabilité est liée aux concepts de modèles de connaissances et mémoires de projet qui visent à capitaliser et structurer toutes les activités, décisions, et autres objets pertinents dans un projet particulier pour des fins de compréhension et de réutilisation (Belkadi et al., 2006).

Dans notre cas, il s'agira de proposer un modèle de traçabilité pour des fins de pilotage de la chaîne de valeur centrée sur la fabrication additive. Le modèle de connaissances devra inclure, entre autres, une classification exhaustive de tous les paramètres (produit, réglage machine, contrôle procédé, etc.) tout en s'intéressant à la quantification des paramètres influant sur la Qualité (Homologation – Qualification – Robustesse Industrielle) (Schmidt et al., 2014) et la productivité (TRSp). Une attention particulière sera apportée également à l'identification et la classification des indicateurs de performance Clés (KPI) ainsi que leur connexion aux sources de création de valeur dans le modèle global (Medini et al., 2014). Les modèles proposés dans le cadre de cette démarche d'amélioration de performance devront permettre une contribution significative aux efforts de normalisation dans le domaine de la FA (Feng et al., 2017, Lipman et al., 2016).

Dans un deuxième temps, en se basant sur l'analyse des modèles proposés et en collaborant avec les partenaires industriels du projet pour l'identification des maillons critiques de la chaîne de valeur, le doctorant proposera différents exemples de solutions d'aide à la décision.

En collaboration avec le post-doc et les autres services informatiques partenaires du projet, un dernier travail consistera en l'accompagnement de l'implémentation et le test des modèles et algorithmes proposés dans la plateforme finale SOFIA afin d'en faciliter une exploitation efficace.

Les activités de cette thèse sont réalisées en coordination avec les développements réalisés dans les autres lots de travaux du projet et en s'appuyant sur les récentes innovations dans la littérature, notamment en matière de standardisation et de modélisation. Compte tenu de la complexité et de la pluridisciplinarité du projet de thèse, un travail de recherche bibliographique permanent sera à poursuivre tout au long de la thèse afin de consolider les propositions conceptuelles et méthodologiques.

De plus, en raison du caractère contractuel du projet, le doctorant devra contribuer à la rédaction des différents livrables en relation avec ses tâches. Il devra également veiller à la dissémination scientifique de ses résultats de recherche par des publications scientifiques en conférences et dans des journaux de qualité à audience internationale.

Profil recherché

Diplôme requis :

Ingénieur ou master en informatique ou en génie industriel/mécanique avec des compétences en informatique

Compétences techniques :

- Un goût pour les systèmes industriels et la recherche scientifique appliquée dans ce domaine,
- Une première expérience en milieu industriel,
- Un bon niveau de conceptualisation pour aborder les problématiques de modélisation,
- La connaissance des langages de modélisation type UML ou BPMN,
- La connaissance d'un langage de programmation (java ou C++ par exemple),
- La connaissance des méthodes d'évaluation de performance.

La connaissance de processus de fabrication additive serait un plus.

Relationnel :

Le projet étant de nature multipartenaire, le candidat doit être capable de travailler en relation directe avec les différents acteurs du projet : chercheurs, experts industriels et développeurs informatiques.

Références bibliographiques

- Belkadi F., Bonjour E., Dulmet M. (2006) Modelling Framework of a Traceability System to Improve Knowledge Sharing and Collaborative Design. Lecture Notes in Computer Sciences (LNCS), Vol. 3865, 355-364.
- Bonnard, R., Mognot, P., & Hascoët, J. Y. (2010). A new digital chain for additive manufacturing processes. Virtual and Physical Prototyping, 5(2), 75-88.
- Bosch-Mauchand M., Belkadi F., Bricogne M., Eynard B. (2013) "Knowledge Based Assessment of Enterprise Performance: Integration of Product Lifecycle Management and Value Chain Simulation Approaches". International Journal of Computer Integrated Manufacturing (IJCIM). Vol. 26, N° 5, 453–473.
- Bosch-Mauchand, M., Siadat, A., Perry, N., Bernard, A. (2012). VCS: value chains simulator, a tool for value analysis of manufacturing enterprise processes (a value-based decision support tool). Journal of Intelligent Manufacturing, 23(4), 1389-1402.
- Feng, S. C., Witherell, P., Ameta, G., Kim, D. B. (2017). Activity model for homogenization of data sets in laser-based powder bed fusion. Rapid Prototyping Journal, 23(1), 137-148.
- Le Duigou, J. (2010). Cadre de modélisation pour les systèmes PLM en entreprise étendue. Application aux PME mécaniciennes (Doctoral dissertation, Ecole Centrale de Nantes).
- Lipman R., Witherell P., Leong S., Lu Y. (2016) An Activity Model for Additive Manufacturing Powder Bed Fusion. NIST Report (National Institute of Standards and Technologies), US, September 2016, 25 P.
- Medini, K., Da Cunha, C., Bernard, A., & Chenouard, R. (2014). Enterprise modelling for performance measurement—gearing variety towards sustainability. International conference on modeling, optimization and simulation-MOSIM.
- Schmid, M., Levy, G. (2014). Quality management and estimation of quality costs for additive manufacturing with SLS.
- Wong, K. V., & Hernandez, A. (2012). A review of additive manufacturing. ISRN Mechanical Engineering, 2012.
- Zhang, Y., & Bernard, A. (2014). AM Feature and Knowledge Based Process Planning for Additive Manufacturing in Multiple Parts Production Context. In Proceedings of 25th Annual International Solid Freeform Fabrication Symposium, 1259-1276.
- Zhang, Y., Bernard, A., Harik, R., & Karunakaran, K. P. (2015). Build orientation optimization for multi-part production in additive manufacturing. Journal of Intelligent Manufacturing, 1-15.

Administratif

Contrat doctoral (CDD) de 36 mois. Salaire en fonction de l'adéquation au profil.

Envoi des candidatures

Les candidatures doivent être envoyées (avec CV, relevé de notes du master et lettres de recommandations) aux adresses mail suivantes avec comme objet : Candidature_Thèse-IS3P_SOFIA

alain.bernard@ec-nantes.fr ; farouk.belkadi@ls2n.fr