



Proposition d'un sujet de thèse en Génie industriel

Titre du sujet : Conception d'activités collaboratives 4.0 performantes

Laboratoire d'accueil : G-SCOP

Ecole doctorale : IMEP2

Directeur de thèse : Daniel Brissaud, Frédéric Noel

Début de la thèse : 1^{er} octobre 2019

Salaire : contrat doctoral

Contexte :

L'industrie du futur (ou 4.0) se caractérise notamment par la transformation numérique des systèmes de production pour atteindre un nouveau stade de flexibilité. Intégrer des robots, l'internet des objets ou un jumeau numérique par exemple doit permettre de s'ajuster plus facilement aux quantités, de maîtriser les délais et la traçabilité, de diversifier l'offre produits et d'augmenter la sécurité industrielle. Il s'agit principalement de produire en petite série (personnalisation du 4.0) au coût de la grande série (informatisation du 3.0).

Notre projet se place délibérément dans un environnement industriel de type 4.0, c'est-à-dire qu'il étudie les situations de travail avec des solutions numériques connectées (que nous appellerons des équipements 4.0). Ces équipements 4.0 sont utilisés à des niveaux de développement particuliers, ce qui permet de les implémenter de manière agile et/ou de potentiellement les adapter aux attendus de l'opérateur.

Si ces technologies doivent théoriquement permettre de répondre aux enjeux industriels, les conditions de leur acceptation par l'Humain, tant aux niveaux individuels, collectifs et organisationnels paraissent décisifs et trop souvent sous-estimés. L'accompagnement du collaborateur et de l'organisation dans cette nouvelle activité de travail devient primordial ; son travail s'enrichit et sa responsabilité s'accroît pour obtenir la performance du couple homme-machine attendue. La conception de ces activités dans l'usine du futur nécessite dès maintenant des travaux qui permettront de concevoir, de simuler et d'évaluer les activités collaboratives et les équipements 4.0 associés.

Problématique de recherche

Ces équipements 4.0 existent déjà, même si leur maturité doit être renforcée. C'est la conception de leurs usages et des organisations industrielles qui les « supportent », l'accompagnement au changement, qui ont été négligés jusqu'à maintenant¹. Il est difficile de comprendre aujourd'hui, et d'objectiver précisément, où ces technologies peuvent créer une réelle valeur pour l'entreprise et pour l'opérateur. On ignore donc encore largement les conditions opérationnelles qui permettent d'obtenir cette valeur. Les performances de ces solutions ne sont donc pas encore comprises et doivent se construire autour de concepts divers tels que l'utilité, l'utilisabilité, la flexibilité, la productivité, la santé et le développement, la sécurité, le pilotage... L'objectif général du projet consiste à concevoir les activités de travail collaboratifs du futur où le collaborateur et la machine sont un couple uni pour une même performance dans une organisation 4.0. Nous étudions plus spécifiquement les deux équipements 4.0 que sont la réalité augmentée et la robotique collaborative.

Sujet de la thèse

Il s'agit de concevoir des activités collaboratives 4.0 qui se réalisent dans un espace partagé, où les tâches sont réalisées de manière conjointe entre l'opérateur et l'équipement 4.0. Elles sont sûres, évolutives selon les besoins de la production, apprenantes et connectées à l'ensemble du système de production. La méthode de conception se doit d'intégrer toutes ces facettes ; elle s'appuie sur des méthodes et des outils spécifiques qu'il faudra développer et tester. Des indicateurs de performance des activités collaboratives 4.0 seront définis



Il s'agira en particulier de :

- Réaliser un état de l'art de la collaboration Homme-Machine dans l'industrie, avec les applications dans les cas d'étude privilégiés.
- Caractériser un environnement industriel 4.0 et son impact sur la performance des collaborations Homme-Machine. La modélisation du rapport capacitant à la technologie est un élément central de cette caractérisation.
- Adapter les technologies à cet environnement.
- Définir les indicateurs de performance de la collaboration 4.0 et les méthodes de mesure de la performance. En particulier, il faudra démontrer l'« utilité » du couple Homme-Equipement 4.0 et déterminer les scénarios de simulation.
- Mener des expérimentations sur le démonstrateur à partir d'un plan d'expérimentation à construire.

Méthodologie et choix techniques. La méthodologie centrale est une méthodologie de recherche sur une méthode de conception intégrée de solutions produits-services. La particularité ici est de piloter la résolution par des critères d'évaluation transversaux dont les caractérisations se construisent pendant le processus de conception. La méthodologie s'appuie sur la modélisation du système et le développement des solutions technologiques internes à la solution. Nous privilégions deux cas d'étude, des cas typiques, de collaboration 4.0 dont les caractéristiques seront affinées par la modélisation du rapport capacitant à la technologie, s'appuyant sur deux types d'équipements numériques d'assistance à l'opérateur : la production en cellule de robotique collaborative et l'utilisation d'un équipement de réalité augmentée, dans un environnement industriel 4.0.

Le travail de thèse se déroulera au laboratoire G-SCOP, dans le cadre du projet ANR Collaboration 4.0, et en collaboration avec le laboratoire LIG, expert en robotique et le laboratoire Acté, expert en ergonomie.

Profil recherché

De formation ingénieur ou équivalent en génie industriel, génie mécanique, robotique, informatique industrielle, vous vous intéressez aux nouvelles technologies 4.0 et à l'organisation industrielle qui les supportent. Vous avez un intérêt pour les relations Homme/Machine en milieu industriel et l'ergonomie des postes de travail.

Candidature

Le candidat fera parvenir un CV et une lettre de motivation à l'adresse mail suivante :

Daniel.brissaud@grenoble-inp.fr, Frederic.Noel@grenoble-inp.fr

ⁱ Commission Européenne, *Investir dans une industrie intelligente, innovante et durable. Une stratégie revisitée pour la politique industrielle de l'UE*, septembre 2017.