

Offre de thèse de doctorat

Contexte :

La digitalisation de l'industrie a impulsé un changement systémique dans différents domaines, agroalimentaire, cosmétique, pharmaceutique... Elle a impacté l'organisation, les modèles, les architectures ainsi que les règles d'un système de production industriel. En effet, les entreprises industrielles se tournent vers des technologies comme l'intelligence artificielle, l'apprentissage machine et les architectures Cloud/Edge afin de rendre d'avantage flexible la configuration et la programmation des systèmes de commande.

Cependant, l'architecture actuelle des systèmes d'automatisation industrielle ne facilite guère l'intégration de nouvelles technologies 4.0 qui viendront augmenter les performances opérationnelles des lignes de production. Cette situation est due, notamment, à la politique de certains fournisseurs de solutions d'automatisation peu enclins à l'ouverture des codes et des fonctions. Par conséquent, les utilisateurs finaux sont limités dans le déploiement de concepts innovants, notamment par l'intégration de l'intelligence artificielle dans les couches décisionnelles de commande.

Pourtant la norme IEC 61499, dédiée à l'automatisation industrielle, libère la conception et la réalisation de nouvelles architectures davantage compatibles avec les principes de l'industrie 4.0. Son déploiement permettra une plus grande adaptabilité et une allocation plus efficace des ressources, ouvrant ainsi la voie vers de nouvelles fonctionnalités en matière de pilotage, de flexibilité et de portabilité. Le tout dans une dynamique qui rapproche les utilisateurs finaux et les experts métiers dont le but est d'optimiser la création et la gestion des systèmes d'automatisation modernes basés sur des données.

De même, la norme IEC 61499 définit un langage de conception évolué pour les systèmes d'information et de contrôle distribués. C'est dans ce contexte que ces travaux de thèse seront dirigés. Ils porteront sur plusieurs axes, dont les méthodes de programmation de blocs fonctionnels standards pilotés par les événements, et par extension, les composants logiciels pour les applications d'automatisation. Les évolutions actuelles et futures montrent que les cas d'utilisation de l'industrie 4.0 seront résolus au travers de logiciels innovants, plutôt qu'avec du matériel. Ces travaux bénéficieront de tous les moyens et connaissances disponibles au niveau de la plateforme 4.0, installée au campus Arts et Métiers de Paris. Voici les 4 Axes prioritaires de recherche et de développement.

Axe 1 : Capitalisation des connaissances

La capitalisation des connaissances concerne les concepts de « Software-as-a-Service », notamment en termes d'architecture « Multi-instance » ou « multi-tenant » ou encore hybride pour mieux s'adapter aux besoins des clients. De même pour les connaissances en lien direct avec le monde de l'automatisme telles que les blocs fonctionnels, les composants logiciels, les architectures IT compatibles, les méthodes d'implémentation et enfin les modèles numériques de calcul, via une intelligence embarquée, permettant la prise en compte dynamique des événements.

Axe 2 : Recherche bibliographique ciblée

Ce travail porte essentiellement sur 3 points : le choix technologique, les méthodes qui permettent d'ouvrir le mode de contrôle industriel vers le monde IT (logiciels libres), et un état

de l'art sur les briques logicielles paramétriques développées pour un usage standardisé. La réutilisation des logiciels peut contribuer à réduire le coût d'ingénierie de 50% et favoriser la fonction de pilotage optimisée. Les résultats attendus ici consistent à établir un positionnement scientifique de la problématique de recherche.

Axe 3 : Approche globale « feuille de route »

La recherche proposée ici s'appuie sur des expériences actuelles et futures dans la perspective d'en extraire une logique commune de briques logicielles paramétriques, adaptées à un large usage. Cette phase sera aussi l'occasion de comprendre et de cartographier les différents événements qui interfèrent. Qu'ils soient en lien avec les séquences de fabrication, les dérives constatées, des dysfonctionnements progressifs ou de rupture, etc.

Cet axe définit les hypothèses de travail en priorisant la démarche générique qui permet la portabilité du code d'application sur des plateformes et des outils d'ingénierie multifournisseurs. De même, pour la valorisation des données collectées en termes de prédictif ou d'optimisation du pilotage.

Axe 4 : Expérimentations

Les expérimentations permettront de montrer la faisabilité et l'efficacité des outils logiciels proposés, dans le cadre de ce partenariat, sur un projet concret d'ingénierie et d'en apprécier les performances réalisées indépendamment des matériels physiques utilisés.

Ces solutions peuvent être déployées, dans une première phase, au niveau de la plateforme 4.0 qui fonctionne actuellement avec des solutions fournisseurs conventionnelles. En effet, la plateforme 4.0, qui accueille aujourd'hui 4 doctorants, est un outil expérimental complet dont les travaux visent à créer de la connaissance dans le domaine de l'industrie digitalisée. Cette dernière est dotée de 3 machines à commande numérique, de deux robots Kuka, d'un convoyeur et d'un robot mobile Omron. Ces CPS forment une ligne de production digitalisée et pilotée par MES en cours de développement.

Les travaux de cette thèse sont complémentaires et permettent d'optimiser la couche commande par le développement de blocs fonctionnels innovants et des outils logiciels qui permettront, à terme, d'intégrer de nouvelles fonctionnalités, telle que le TRS, via des solutions en ligne.

Localisation :

Emplacement de l'entreprise partenaire - Armony system : Paris et Orléans.

Emplacement du laboratoire ENSAM : laboratoire LCPI, Campus de Paris.

Des déplacements sont à prévoir en France ou à l'étranger.

Profil du candidat :

École d'Ingénieur ou Master 2 en génie électrique ou instrumentation, mécatronique, électronique, automatisme, informatique, programmation sur Python, méthodes de Machine Learning. Curieux(se), rigoureux(se) et autonome. La maîtrise de l'anglais est un atout important. Vous pouvez aussi candidater si vous êtes en dernière année d'école d'ingénieur ou de Master 2.

Contact :

M. Khaled Benfriha, khaled.benfriha@ensam.eu. Éléments à fournir pour la candidature : CV, lettre de motivation, relevés de notes du cursus universitaire