

Calibration d'un jumeau numérique d'un équipement de production par l'usage d'un système de vision industrielle

Porteur : Sébastien HENRY

Laboratoire : DISP

Partenaires : (si applicable)

Nature du financement demandé : Stage de M2

Montant de la demande de financement : 3600 €

Résumé : (200 mots)

Concept industriel récent, le Jumeau Numérique offre aujourd'hui aux entreprises de nouveaux usages pour optimiser leurs performances. Dans le dernier rapport de l'Alliance pour l'Industrie du Futur (AIF), un Jumeau Numérique est caractérisé comme étant : ensemble organisé de modèles numériques, mis à jour par rapport au réel, doté d'outils d'exploitation avancés. Pour les équipements de production, la calibration du Jumeau Numérique par rapport à son Jumeau Physique est une difficulté majeure lors de la mise en service et reste un véritable défi en phase d'exploitation. La stratégie actuelle consiste à recourir à l'IoT industriel pour augmenter l'observation. Cette stratégie requiert d'instrumenter « excessivement » le système physique induisant des problématiques de coût et de fiabilité. Parallèlement à cela, la vision industrielle est aujourd'hui très répandue et de plus en plus performante jusqu'à des solutions 3D intégrant des outils d'apprentissage automatique pour la reconnaissance. Cependant, l'usage est aujourd'hui très focalisé sur l'observation des produits. Le projet proposé vise donc à utiliser une solution de vision industrielle pour la calibration et la synchronisation d'un jumeau numérique d'un équipement de production par la construction automatique de modèles comportementaux basés sur les systèmes à événements discrets.

Sujet développé

Bien que la notion de CPS (Cyber-Physical Systems) soit apparue en 2006 dans [1] avec les travaux de la National Science Foundation (NSF) américaine, c'est très souvent la définition de [2] qui est retenue. Dans le cadre de cette définition, l'auteur y définit différentes caractéristiques dont le fait qu'un CPS soit (i) adapté à des échelles temporelles et spatiales multiples, (ii) fortement automatisé et connecté, et surtout (iii) capable de se reconfigurer dynamiquement suite à une défaillance ou une demande de changement fonctionnel de production.

Nous délimitons le cadre du travail aux Systèmes Cyber-Physiques de Production (SCPP) de type Systèmes Manufacturiers Reconfigurables (SMR). Par conséquent, la définition choisie du Jumeau Numérique (JN) sera en correspondance avec la vision de l'automaticien et du producticien. En effet, il existe une multitude de définition d'un Jumeau Numérique selon les cas d'usage et la création de valeur associée. A ce titre, l'AIF (Alliance Industrie du Futur) a publié dernièrement le rapport [3] « Jumeau Numérique, Levier majeur de la transformation digitale de l'industrie ». Il y est défini le JN comme étant :

- (i) un ensemble organisé de modèles numériques représentant une entité du monde réel pour répondre à des problématiques et des usages spécifiques,
- (ii) mis à jour par rapport au réel, à une fréquence et une précision adaptées à ses problématiques et à ses usages,
- (iii) doté d'outils d'exploitation avancés permettant de comprendre, analyser, prédire et optimiser le fonctionnement et le pilotage de l'entité réelle.

Le projet vise plus particulièrement à traiter de la problématique de la mise à jour, c'est-à-dire de la calibration et de la synchronisation du jumeau numérique vis-à-vis de son jumeau physique comme illustré sur la figure 1.

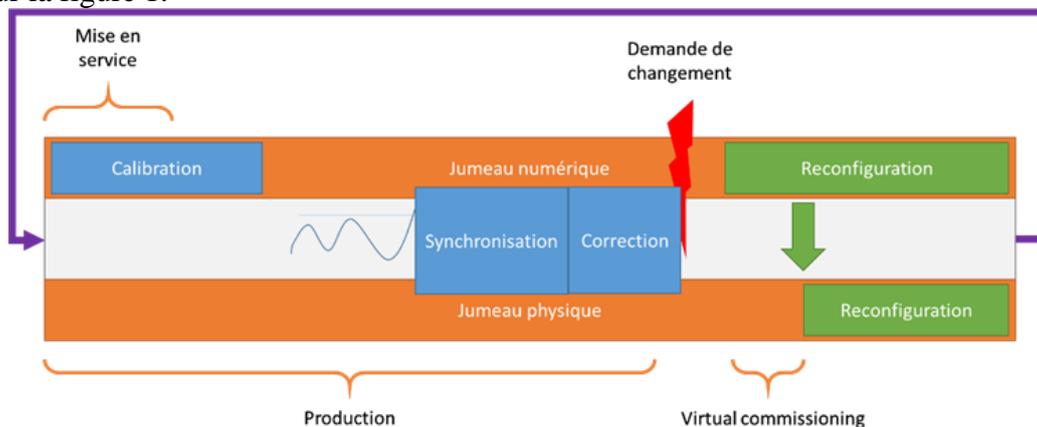


Figure 1 : Calibration et synchronisation du jumeau numérique

Afin de calibrer et synchroniser automatiquement un jumeau numérique, la stratégie actuelle consiste d'une part à utiliser les états observables via le système de contrôle-commande et d'autre part à augmenter cette observation via l'IoT industriel. Cette stratégie requiert d'instrumenter « excessivement » le système physique induisant des problématiques de coût et de fiabilité.

Parallèlement à cela, la vision industrielle est aujourd'hui très répandue d'une part pour surveiller la qualité des produits et d'autre part pour fournir à un robot industriel les données nécessaires à la manipulation des produits. Les solutions de vision industrielle (Cognex, Sensopart, Keyence, etc) sont aujourd'hui de plus en plus performantes jusqu'à des solutions 3D intégrant des outils d'apprentissage automatique pour la reconnaissance. Cependant, l'usage est aujourd'hui très focalisé sur l'observation des produits. Le projet proposé vise donc, à terme, à utiliser une solution de vision industrielle pour la calibration et la synchronisation d'un jumeau numérique. Dans un premier temps, l'objectif est d'identifier des événements particuliers à partir de l'analyse d'image (arrivée d'un produit dans une position particulière, état caractéristique d'un actionneur, etc). L'analyse de ces événements, tant du point de vue la séquence d'apparition que temporel, permettra d'identifier le comportement du système physique et ainsi calibrer le jumeau numérique via une étape de modélisation par un système à événements discrets (SED).

Dans le cadre du stage de master, les livrables attendus sont :

- État de l'art sur les approches de vision pour la surveillance de système physique visant à identifier les éventuelles collaborations à initier pour poursuivre le projet.
- Développement d'un démonstrateur basé sur une caméra industrielle Cognex pour identifier des événements particuliers sur une machine de production (ligne de conditionnement de flacons)
- Identification des limites de la solution utilisée de vision industrielle (temps de traitement, période d'exécution, etc)
- Méthode d'identification du comportement du jumeau physique à partir des événements observés, génération automatique d'un SED.

[1] E. A. Lee, "Cyber-Physical Systems - Are Computing Foundations Adequate?," in Position Paper for NSF Workshop On Cyber-Physical Systems, 2006, vol. 2, pp. 1–9.

[2] L. Monostori, "Cyber-physical production systems: Roots, expectations and R&D challenges," Procedia CIRP, vol. 17, pp. 9–13, 2014, doi: 10.1016/j.procir.2014.03.115.

[3] http://www.industrie-dufutur.org/content/uploads/2023/05/AIF_JumeauNumerique_FR-version-Web.pdf