

Vers une collaboration approfondie entre opérateurs humains et digitaux sur les chaînes de montage industrielles.

Contexte

L'avancée de l'IA et des capteurs a permis aux systèmes cyber physiques (CPS) d'être de plus en plus performants et d'apporter une valeur ajoutée de plus en plus importantes dans les smart factories. Ces CPS ou Opérateurs Digitaux (OD) permettent aujourd'hui d'effectuer des opérations de rangement dans des entrepôts, de vérifier le contenu de colis à livrer mais aussi de vérifier la conformité de produits complexes en sortie de chaîne. La société Buawei intervient dans ce contexte et propose actuellement des équipements mobiles (<https://www.pokaiok.fr>) permettant de la supervision/vérification d'étapes de fabrication ou d'assemblage au sein d'une chaîne de fabrication.

De nombreux observateurs du domaine (tout comme la société Buawei) constatent que même si les OD sont déjà très performants, ils ont encore une énorme marge de progression. Et une partie importante de celle-ci renvoie à une coopération plus forte avec les opérateurs humains (OH).

C'est sur cette problématique de coopération que la thèse se porte.

Problématique

Le fonctionnement des OD est souvent implémenté par des algorithmes complexes et/ou par un apprentissage qui passe par des données d'entraînement qui « montrent » comment se comporter. Ce type de développement implique au final assez peu les OH in situ. Par conséquent, leur savoir-faire, extrêmement utile localement, est donc malheureusement rarement exploité.

De plus, si les OD se comportent de moins en moins comme des boîtes noires, la présentation de leurs principes de fonctionnement et les raisons sous-jacentes restent encore assez peu accessibles aux OH. Cela ne participe pas à une mise en place rapide d'une confiance de l'OH envers l'OD (essentiel pour une bonne collaboration). Enfin, quand des pratiques de coopération entre l'OD et l'OH (et son environnement complet) se sont installées, que ce soit pour les paramétrages d'installation ou les manières de travailler de concert efficaces, il est actuellement difficile de les transférer sur d'autres sites présentant des différences structurelles.

La thèse vise à proposer une approche qui permettrait de traiter ces 3 problématiques qui constituent des freins à une coopération harmonieuse OH/OD : Apport des Opérateurs Humains, Confiance et Collaboration et Transfert de bonnes pratiques.

Objectif de la thèse

Le travail de la thèse consistera d'abord à étudier la notion de confiance entre OH et OD et son implication sur la conception des Interactions entre l'OH et l'OD. Des notions comme l'attractivité, l'explicabilité ou la transparence seront centrales à cette étude. La confiance est un concept abondamment étudié pour les systèmes de recommandations, domaine qui pourra donc alimenter cette étude [1][2].

En parallèle, la.e doctorant.e étudiera les travaux autour de l'Interactive Machine Learning [3], où l'objectif est de permettre aux utilisateurs d'intervenir de manière plus profonde dans les processus d'apprentissage digitaux afin de mieux les maîtriser.

Ces deux études permettront d'identifier la base de travail pour concevoir une réponse aux précédentes problématiques dans le contexte de la société Buawei, c'est-à-dire la coopération entre opérateurs humains et digitaux sur les chaînes de montage industrielles.

Une piste privilégiée consiste ici en une approche semblable à la programmation orientée utilisateur final (ou de End-User Software Engineering [4]) afin de permettre aux OH de disposer d'un pouvoir d'expressivité important. Dans cette optique, la modélisation logicielle (BPMN, UML, MVC) sera une candidate pertinente car elle jouit d'une expérience industrielle importante ces 20 dernières années. L'utilisation de modèles

logiciels comme artefacts d'interaction pourra être explicite mais aussi implicite. L'idée est d'abord de cristalliser de manière logicielle les éléments de coopération dans un format explicite et navigable. Leur présentation et manipulation pourront se faire via des interfaces très simplifiées (formulaire, storyboard, interfaces de type Scratch) et surtout adaptées au contexte de travail et où la notion de modèles pourrait même être absente.

La société Buawei a déjà commencé à traiter les 3 problématiques précédentes. Les retours des opérateurs humains sont très encourageants. C'est pour cela qu'elle souhaite approfondir ces questions et généraliser son approche afin de 1) disposer de connaissance lui permettant de s'adapter à de nouveaux types d'infrastructures industrielles et 2) de contribuer à la communauté scientifique associée. Un cadre conceptuel et une librairie logicielle hautement réutilisable constituent logiquement les attendus de la thèse. La méthode de travail est quant à elle classée à une thèse : état de l'art exhaustif, expérimentations et communications.

L'équipe Carbon (<https://www.cristal.univ-lille.fr/equipes/carbon/>) qui co-dirigera ce travail s'intéresse depuis quelques années à la notion d'assistance et de confiance dans le contexte du génie logiciel [5]. Mais les problématiques de collaboration et de présentation de données complexes constituent le coeur de cette équipe [6][7][8].

Lieu : Buawei (Saint André) et Université de Lille [Nord, France]

Salaire :

Date de démarrage : Février 2022 mais embauche possible avant.

Références

- [1] K. Chopra and W. Wallace, "Trust in electronic environments," in 36th Annual Hawaii International Conference on System Sciences, 2003. Proceedings of the, Jan. 2003, pp. 10 pp.—.
- [2] P. Pu, L. Chen, and R. Hu, "A user-centric evaluation framework for recommender systems," in *Proceedings of the fifth ACM conference on Recommender systems*, ser. RecSys '11. Chicago, Illinois, USA: Association for Computing Machinery, Oct. 2011, pp. 157–164. [Online]. Available: <http://doi.org/10.1145/2043932.2043962>
- [3] John J. Dudley, Per Ola Kristensson, "A Review of User Interface Design for Interactive Machine Learning". *ACM Trans. Interact. Intell. Syst.* 8(2): 8:1-8:37 (2018)
- [4] Amy J. Ko, Robin Abraham, Laura Beckwith, Alan Blackwell, Margaret Burnett, Martin Erwig, Chris Scaffidi, Joseph Lawrance, Henry Lieberman, Brad Myers, Mary Beth Rosson, Gregg Rothmel, Mary Shaw, and Susan Wiedenbeck. 2011. "The state of the art in end-user software engineering". *ACM Computer Surv.ey* 43, 3, Article 21 (April 2011), 44 pages. DOI:<https://doi.org/10.1145/1922649.1922658>
- [5] Maxime Savary-Leblanc, Xavier Le Pallec, Sébastien Gérard, *A recommender system to assist conceptual modeling with UML*, June 2021, 33rd International Conference on Software Engineering & Knowledge Engineering, virtual, DOI: 10.18293/SEKE2021-039
- [6] Michel Dirix, Xavier Le Pallec, Alexis Muller, Software Support Requirements for Awareness in Collaborative Modeling. *OTM Conferences 2014*: 382-399
- [7] Rodi Jolak, Maxime Savary-Leblanc, Manuela Dalibor, Andreas Wortmann, Regina Hebig, Juraj Vincur, Ivan Polásek, Xavier Le Pallec, Sébastien Gérard, Michel R. V. Chaudron: *Software engineering whispers: The effect of textual vs. graphical software design descriptions on software design communication*. *Empir. Softw. Eng.* 25(6): 4472 (2020)
- [8] Yossr El Ahmar, Enhancing the Cognitive Effectiveness of UML Diagrams: Application of the Semiology of Graphics, PhD Thesis, December 2018, <https://www.theses.fr/2018LILUI084>