Stage M2 Master Recherche

Titre du stage: Etude de la combinaison d'apprentissage automatique, d'ontologies et de raisonnement pour le pronostic et la gestion de la santé des systèmes de production.

Mots clés: intelligence artificielle ; pronostics et gestion de la santé ; systèmes de production.

Organisation: Département Modélisation, Pilotage et Sûreté des Systèmes Industriels (MPSI), CRAN, UMR 7039-CNRS), Université de Lorraine, France. (www.cran.univ-lorraine.fr)

Lieu : Nancy, France.

Encadrants (Contacts):

Pr. Alexandre Voisin, CRAN, Université de Lorraine (alexandre.voisin@univ-lorraine.fr)

Dr. Chiara Franciosi, CRAN, Université de Lorraine (chiara.franciosi@univ-lorraine.fr)

Gratification: 600 euros/mois

Date limite de candidature: 15/01/2025

Début: Mars 2025

Durée: environ 4-6 mois

Description:

Les approches de maintenance prédictive, de pronostic et de gestion de la santé (PM&PHM) visent à intervenir dans l'équipement des systèmes de production avant que les pannes ne se produisent. Pour mettre en œuvre correctement un système PHM, des étapes centrées sur les données doivent être suivies, notamment l'acquisition et la manipulation des données, la détection des états de la machine, l'évaluation de l'état de santé, le pronostic des défaillances futures et la génération de recommandations (ISO 13374-2 : 2007 ; Franciosi et al., 2024). Néanmoins, les approches basées sur les données nécessitent des connaissances pour être exploitées et fournir leur pleine « puissance ». En effet, les données contiennent des informations/connaissances importantes sur l'utilisation, la santé et le contexte des systèmes, qu'il convient d'exploiter. Cependant, la révélation de la valeur réelle des données et la découverte de modèles utiles de connaissances incorporées dans les données de maintenance (incluant les données de l'automate programmable jusqu'au système de gestion de la maintenance) ont représenté un défi majeur en raison de l'hétérogénéité des sources de données et de la variété des types de données (Karray et al., 2019). Les ontologies peuvent contribuer efficacement à résoudre ce problème grâce à l'organisation des données, à l'annotation sémantique et à l'intégration (Karray et al., 2010). En outre, comme indiqué dans de nombreuses revues (voir par exemple Biggio & Kastanis, 2020 ; Fink et al., 2020 ; Nguyen et al., 2023), toutes les étapes de la PM&PHM bénéficieront de l'exploitation d'algorithmes d'IA pilotés par les données. En effet, les technologies d'IA *data-driven*, telles que l'apprentissage

automatique et le *data mining*, ont été utilisées dans la littérature pour détecter et prédire les anomalies potentielles et, par conséquent, améliorer l'efficacité de la production au sein des processus de fabrication (Cao et al., 2022). Toutefois, le manque et l'excès d'hétérogénéité des données peuvent avoir une incidence sur la prévisibilité des algorithmes (Dalzochio et al., 2020) et, partant, sur leurs performances.

Cela met en évidence la possibilité de combiner l'IA symbolique (comme les ontologies), le raisonnement (comme le raisonnement basé sur les règles SWRL) et l'IA *data-driven* pour la maintenance prédictive (Franciosi et al., 2024). À cet égard, l'IA symbolique et l'IA *data-driven* peuvent se compléter et être combinées pour développer des approches de maintenance prédictive. D'une part, les algorithmes d'apprentissage automatique peuvent permettre l'extraction de concepts et de modèles (comme modèles de dégradation des machines) à partir de données ou le calcul d'informations (comme indices spécifiques) qui peuvent ensuite être enrichis grâce à l'interrogation effectuée par les ontologies du domaine de la maintenance et le raisonnement basé sur des règles sur ces données d'entrée. D'autre part, les données provenant de diverses sources et systèmes au sein d'une usine pourraient être intégrées pour rassembler des informations précises afin d'améliorer les approches basées sur les données.

Par conséquent, les **objectifs** de ce stage M2 master recherche sont les suivants : ***(1)*** explorer la littérature scientifique sur les ontologies et les techniques d'apprentissage automatique afin de comprendre de quelle manière elles sont concrètement combinées et quelles sont les applications dans les contextes de production ; ***(2)*** proposer une approche d'apprentissage et de raisonnement pour le PM&PHM des systèmes de production.

Références

Biggio, L., & Kastanis, I. (2020). Prognostics and health management of industrial assets: Current progress and road ahead. *Frontiers in Artificial Intelligence*, *3*, 578613.

Cao, Q., Zanni-Merk, C., Samet, A., Reich, C., De Beuvron, F. D. B., Beckmann, A., & Giannetti, C. (2022). KSPMI: a knowledge based system for predictive maintenance in industry 4.0. *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing, 74*, 102281.

Dalzochio, J., Kunst, R., Pignaton, E., Binotto, A., Sanyal, S., Favilla, J., & Barbosa, J. (2020). Machine learning and reasoning for predictive maintenance in Industry 4.0: Current status and challenges. *Computers in Industry, 123*, 103298.

Fink, O., Wang, Q., Svensen, M., Dersin, P., Lee, W. J., & Ducoffe, M. (2020). Potential, challenges and future directions for deep learning in prognostics and health management applications. *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, *92*, 103678.

Franciosi, C., Eslami, Y., Lezoche, M., & Voisin, A. (2024). Ontologies for prognostics and health management of production systems: overview and research challenges. *Journal of Intelligent Manufacturing*, 1-31.

ISO 13374-2:2007 Surveillance et diagnostic d'état des machines — Traitement, échange et présentation des données - Partie 2: Traitement des données

Karray, M. H., Ameri, F., Hodkiewicz, M., & Louge, T. (2019). ROMAIN: Towards a BFO compliant reference ontology for industrial maintenance. *AppliedOntology, 14*(2), 155–177.

Karray, M. H., Chebel Morello, B., & Zerhouni, N. (2010). Towards a maintenance semantic architecture. In Engineering Asset Lifecycle Management: *Proceedings of the 4th World Congress on Engineering Asset Management* (WCEAM 2009), 28–30 September 2009 (pp. 98–111). Springer.

Nguyen, K. T., Medjaher, K., & Tran, D. T. (2023). A review of artificial intelligence methods for engineering prognostics and health management with implementation guidelines. *Artificial Intelligence Review*, *56*(4), 3659-3709.