
APPEL A CANDIDATURES POUR UN CONTRAT POST DOCTORAL (H/F)

Contribution au traitement de données et à leur exploitation à
des fins de maîtrise des process manufacturiers et de
maintenance prévisionnelle

PRESENTATION

Projet : « Industrie du futur » lancé par la région Hauts de France

Acronyme du projet : SMART InUse

Objectif du projet : Exploiter les technologies de l'IloT (Industrial Internet of Things) pour développer une maintenance prévisionnelle pour améliorer la rentabilité d'un équipement destiné à la production de laine de verre et optimiser la sécurité de l'installation.

Partenaires du projet : ALFI Technologies, UTC – Laboratoire ROBERVAL, CETIM

Type d'offre : CDD postdoc 24 mois

Financement : FEDER, contrat post-doctoral

Niveau de salaire brut mensuel prévisionnel : 2544 €

Etablissement d'accueil : Université de Technologie de Compiègne

Responsable(s) scientifique(s) : Amélie Ponchet Durupt et Nassim Boudaoud

Lieu de travail : Centre Pierre Guillaumat, rue du docteur Schweitzer, 60200 Compiègne

Laboratoire d'accueil : Laboratoire de mécanique Roberval FRE UTC-CNRS 2012

Date de prise de fonction prévisionnelle envisagée : Avril 2020

DESCRIPTION DU SUJET

MOTS CLES

IIOT ; Usine connectée ; Objet connecté ; Maintenance prévisionnelle ; Optimisation de procédé.

CONTEXTE

Le projet proposé par ALFI Technologies, en collaboration avec l'UTC et le CETIM, s'inscrit dans le cadre des thématiques « objets connectés et internet industriel » et « usine et ligne / îlots connectés, pilotés et optimisés », qui sont deux des grands « leviers de compétitivité » identifiés dans le programme national Industrie du Futur¹. ALFI Technologies souhaite différencier sa gamme d'équipements et proposer de nouveaux services générateurs de chiffre d'affaires induit (vente de pièces de rechange, audit...). La société veut s'appuyer sur une plateforme IoT qui lui permettra de développer des services liés à l'accès et à l'analyse de données extraites d'automatismes, de capteurs ou d'autres logiciels installés chez le client. Les travaux menés dans le cadre du projet SMART InUse seront expérimentés sur

¹ Le détail de ces leviers de compétitivité et le référentiel national Industrie du futur sont consultables sur : <http://www.industrie-dufutur.org/Documents%20%C3%A0%20%C3%A9%20%C3%A9charger/guide-technologiesde-lindustrie-futur/>

des machines utilisées en fin de chaîne de la fabrication d'isolants et plus particulièrement l'étuve (polymérisation des liants pour créer le matelas de fibre de verre).

Dans le contexte de la 4^{ème} révolution industrielle [1], dont l'Industrial Internet of Things (IIoT) en est un des piliers, la quantité des données disponibles ne cesse de s'accroître au travers de différents composants (capteurs, automates etc.). Ces composants sont interconnectés et échangent des données qui doivent être stockées et traitées. L'exploitation de ces données est généralement faite à des fins d'amélioration de la performance du système de production. Cette performance se mesure à travers la productivité mais aussi à travers la qualité des produits fabriqués. La stratégie de maintenance appliquée au système de production impacte grandement la performance mais aussi la qualité de la production. Ainsi l'exploitation des données à des fins de stratégies de maintenance conditionnelle (CBM – Condition-based Maintenance) voire prévisionnelle est de plus en plus d'actualité. De plus, l'intérêt de coupler la politique de maintenance avec des outils de pilotage process de type carte de contrôle issue de la maîtrise statistique des procédés (MSP) n'est plus à prouver [2, 3].

L'accroissement de la quantité des données issues de l'IIoT, qui est de plus en plus mise en place dans les usines modernes, permet de récupérer de multitudes de données qui peuvent par conséquent être corrélées entre elles. La considération de ces corrélations est alors primordiale pour l'interprétation et l'exploitation de ces données.

L'utilisation de cartes de contrôle multivariées est alors inévitable et le couplage de celles-ci avec des stratégies de maintenance conditionnelle et prévisionnelle avancées est alors nécessaire. Il existe dans la littérature quelques travaux [4, 5] qui portent sur des stratégies de maintenance conditionnelle considérées de manière conjointe avec des outils tels que des cartes de contrôle multivariées. Néanmoins, la considération de politiques de maintenance conditionnelle et prévisionnelle n'a, à notre connaissance, jamais été faites au sein d'un unique modèle intégrant à la fois les aspects relatifs à la performance de la production et à la qualité des produits fabriqués en environnement multivarié. Dans le cadre de ce projet, il est proposé donc d'investiguer ce domaine de recherche qui est impacté par les récentes évolutions liées à la révolution numérique dans les usines et à la possibilité de récolter un maximum de données.

LES DEFIS SCIENTIFIQUES

Les défis scientifiques identifiés dans le cadre de ce projet sont :

- Définir les états de référence du système pour le pilotage du process en vue d'anticiper d'éventuels défauts produits.

Dans un premier temps, il sera nécessaire d'extraire les caractéristiques process et produit pertinentes à partir des paramètres mesurés. Les techniques d'extraction seront dépendantes de la nature du paramètre mesuré (vibration, température, concentration de solvants, série temporelle, images etc.). Des approches de réduction dimensionnelle pourront être utilisées pour maximiser la pertinence des caractéristiques extraites. Dans le cas de processus stationnaire, parmi les approches, on peut citer l'analyse en composante principale (« PCA, Principal Component Analysis), l'ACP à base de noyau (Kernel PCA). Pour des processus non stationnaires, on peut citer l'ACP adaptative (dynamique) ou multi-blocs.

Dans un second temps, en fonction de la connaissance disponible sur le système, utiliser les méthodes de classification supervisées ou non supervisées (clustering) pour définir les états de référence. Différentes méthodes seront utilisées et comparées, parmi ces méthodes on peut citer, la régression logistique, les méthodes d'ensembles avec arbres de décision, les approches neuronales ou SVM et, si nécessaire, leurs différentes variantes pour prendre en compte la dimension non stationnaire des processus.

- Proposer une méthode de pilotage multivariée, multimodale à dérives lentes et potentiellement non linéaires.

Il sera envisagé d'étendre l'utilisation de la carte multivariée du T^2 au cas non Gaussien en proposant d'explorer des méthodes d'estimation non paramétriques en utilisant des mixtures de lois à base de noyau (Kernel Density Estimation) [6], réseaux de neurones artificiels [7] et des approches basées sur des méthodes de ré-échantillonnage du type « Bootstrap » [8]

- Proposer des règles de décisions prévisionnelles, adaptatives et évolutives.

Les règles de décision de maintenance conditionnelle ou prévisionnelle définissent la fréquence à laquelle récolter les informations ainsi que quand déclencher une action de maintenance préventive en fonction de ces informations récoltées sur le système (par exemple lors de l'atteinte d'un seuil de dégradation ou de durée de vie résiduelle). Il sera envisagé de considérer des règles de décision qui permettront d'adapter/cibler les actions de maintenance en fonction des défauts identifiés par la carte de contrôle. Les règles de décisions pourront aussi évoluer en fonction du niveau de connaissance initial sur le système. Par exemple, si de nouveaux défauts apparaissent, ils viendront enrichir la connaissance sur le système et la règle de décision pourra alors évoluer en intégrant cette nouvelle connaissance.

RESULTATS ATTENDUS DU PROJET

Les résultats attendus sont :

- de créer un modèle générique qui permet de connecter tous types de capteurs (quelle que soit la nature d'information remontée), sans intervenir dans le programme de l'automate des machines existantes,
- de valider une solution de traitement local de données, directement où elles sont générées (à côté de l'équipement) selon les principes d'Edge Computing,
- d'être capable de regrouper des données issues des différentes sources dans un même outil d'analyse,
- de mettre au point des algorithmes d'aide à la maintenance et à la décision.

Le développement des algorithmes et l'analyse et la maîtrise du process seront confiés à l'allocataire qui sera co-encadré par les trois membres de ce consortium.

REFERENCES

- [1] Rüßmann M, Lorenz M, Gerbert P, Waldner M, Justus J, Engel P, et al. Industry 4.0 The Future of Productivity and Growth in Manufacturing Industries. 2015.
- [2] C. Richard CASSADY, Royce O. BOWDEN, Leemin LIEW, & Edward A. POHL., 2000. Combining preventive maintenance and statistical process control: a preliminary investigation, *IIE Transactions* 32, 471-478
- [3] Hadidi, L.A., Al-Turki, U.M. & Rahim, A., 2012. Integrated models in production planning and scheduling, maintenance and quality: a review. *International Journal of Industrial and Systems Engineering*, 10(1), p.21.
- [4] Wu J. & Makis V., 2008. Economic and economic-statistical design of a chi-square chart for CBM. *European Journal of Operational Research*, 188(2), pp.516–529.
- [5] Salmasnia A., Namdar M. & Noroozi M., 2018. Robust design of a VP-NCS chart for joint monitoring mean and variability in series systems under maintenance policy. *Computers & Industrial Engineering* 124, 220–236.
- [6] Chen T, Zhang J (2010) On-line multivariate statistical monitoring of batch processes using Gaussian mixture model. *Comput Chem Eng* 34:500–507

[7] Khaled Bouzenad and Messaoud Ramdani, Multivariate Statistical Process Control Using Enhanced Bottleneck Neural Network Algorithms 2017, 10, 49; doi:10.3390/a10020049

[8] Poovich Phaladiganon , Seoung Bum Kim , Victoria C. P. Chen , Jun-Geol Baek & Sun-Kyoung Park, Bootstrap-Based T² Multivariate Control Charts, Journal Communications in Statistics - Simulation and Computation Volume 40, 2011 - Issue 5

PROFIL DU CANDIDAT

Le (ou la) candidat(e) devra avoir un diplôme de doctorat, PhD ou équivalent.

Le (ou la) candidat(e) devra avoir une connaissance du milieu industriel ou a minima une expérience lui permettant d'en comprendre les enjeux et problématiques.

Le (ou la) candidat(e) devra avoir développé des compétences dans au moins un des domaines ci-dessous lui permettant de justifier de sa capacité à récupérer et traiter des données nombreuses et hétérogènes

- études statistiques et/ou modèles probabilistes,
- maîtrise statistique des procédés et/ou analyse de données.

Le (ou la) candidat(e) devra avoir des connaissances en sûreté de fonctionnement et/ou en modèles de maintenance.

Il (ou elle) devra :

- être capable de prendre en main un sujet nouveau ;
- avoir un bon esprit d'analyse et de synthèse ;
- faire preuve de pédagogie.

Une expérience d'encadrement (par exemple de master) serait un plus.

PIECES A FOURNIR LORS DU DEPOT DE CANDIDATURE

Un CV

Une lettre de motivation

Les rapports d'autorisation de soutenance de la thèse

Le procès-verbal de soutenance (à fournir dès que la soutenance aura eu lieu)

Les avis et coordonnées de deux personnes référentes

Contact : Amélie Ponchet Durupt : amelie.durupt@utc.fr

Il sera nécessaire de déposer sa candidature sur le site <https://candidature.utc.fr/chercheur>