UN INGÉNIEUR DE RECHERCHE F/H
PROJET ETREL

L'université de technologie de Compiègne recrute un ingénieur de recherche contractuel au département ingénierie mécanique – laboratoire Roberval. L'ingénieur(e) effectuera sa mission dans le cadre du projet ETREL appel « Industrie du futur », lancé par la région Hauts de France.

L'objectif du projet ETREL « inspEction auTomatique de défauts en temps Réel et en ligne à partir de données multi-sources et via l'usage de machines apprEnantes : contribution à L'industrie 4.0 » est de développer une approche automatisée et reconfigurable pour le contrôle en ligne de produits manufacturés. Le projet vise à combiner solutions apprenantes dites « d'intelligence artificielle » (IA) et systèmes experts dits « d'intégration de données multi-sources issues d'acquisitions » pour réaliser ceci, sur des pièces produites en grande série à cadence rapide.

Ce projet est porté par la société éditrice de logiciels DeltaCad et en partenariat avec la société AML-Systems - Johnson Electric et le laboratoire Roberval.

Ce recrutement bénéficie notamment d'un financement européen, le Fonds européen de développement régional (FEDER).

Lieu de travail
Compiègne (60) et Hirson (02)

Type de contrat et date prévisionnelle de recrutement
Contrat à durée déterminée, début du contrat dès que possible et jusqu'au 31/07/2023

Expérience
Une expérience industrielle notamment en production est souhaitée.

Salaire mensuel brut
Selon expérience

Volume horaire
37,30 heures/semaine - 1 607 heures/an

Contexte
L'inspection de défauts des produits manufacturés sur une chaîne de production doit se réaliser en temps réel à des cadences très élevées (sous la seconde). L'inspection fait partie intégrante de la stratégie globale d'amélioration de la qualité des produits, en permettant de limiter les retours clients. Elle est spécifique à une typologie de défauts ; dans le cadre de ce post-doc, nous nous concentrerons sur les protocoles d'inspection décrits ci-dessous.

- contrôle de la présence pièces par dénombrement de composants ;
- contrôle d'aspect du produit : présence de bavures, de problèmes d'alignements pièces, déformations, de défauts de contours, des défauts tels que des arrachements, des chocs, des fissures, des opacités, etc.
- contrôle de défauts acoustiques et vibratoires du produit : grincements, sifflements etc.

Les produits, même les plus standards, sont susceptibles d'évoluer (ex. formes, aspects, fonctions) pour répondre aux besoins spécifiques de chaque client.
De plus, dans le contexte de produits customisés et de l'émergence de lignes de production de plus en plus robotisées et intégrant une grande diversité de formats, de nouveaux défauts encore inconnus peuvent apparaître. Les exigences de production, éléments contextuels primordiaux pour ce poste sont :

- Cadence élevée, avec un temps d'exécution sous la seconde pour la détection ;

- Connaissance incomplète des classes de défauts : nous considérons que la typologie des défauts est incomplète, potentiellement infinie. Il s'agit alors de détecter des défauts non-répertoriés, jamais observés ni connus au moment du développement du système d'inspection.
- Rareté des défauts, dont le nombre est très inférieur à celui des produits conformes : pour qu'un système automatique puisse maximiser le taux de détection, par défaut, nous considérons qu'il est préférable de se focaliser sur la modélisation des produits conformes, bien plus nombreux.

Les données d'acquisition pour l'inspection sont de différentes natures ; nous en considérerons deux plus particulièrement, à savoir : 2D (images, en noir et blanc ou couleur, ainsi que des vidéos si l'inspection est filmée par des caméras d'inspection. Il peut s'agir aussi de données acoustiques et vibratoires) et 3D (de type scanner issues de tomographes, scanner à lumière structurée ou encore laser et combiné caméra CCD).

Pour résumer, nous constatons qu'il y a donc actuellement autant d'inspections visuelles à reprogrammer que de nouvelles configurations du produit, ce qui est un frein au déploiement de l'industrie 4.0. À ce titre, ce post-doc s'inscrit dans la stratégie de l'Alliance industrie du futur. Plus précisément, nous pouvons faire référence à la fiche 9 du guide des technologies de l'industrie du futur, qui porte sur « le contrôle non destructif innovant » de la thématique globale « Usines et lignes/îlots connectés, pilotés et optimisés ». L'usage des technologies liées au big data (masse de données) est recommandé pour l'augmentation des taux de détection (Alliance industrie du futur, 2018).

Programme de travail

La candidate ou le candidat s'attachera à proposer une méthodologie de mise en œuvre pour l'inspection de défauts. Les RNCP – Réseaux de Neurones Convolutifs Profonds seront étudiés et probablement exploités. Par nature, ces réseaux sont non explicites, ce qui peut, malgré leurs grandes performances être un potentiel frein à leur utilisation. Nous tacherons dans le cadre de ce poste d'apporter de l'applicabilité et de rendre le résultat obtenu explicite. Cela donnera un fort niveau de confiance dans la méthode proposée.
Pour cela, la candidate ou le candidat s'appuiera sur une plateforme expérimentale nommée AMS (Agile Manufacturing System) située à l'UTC ainsi que sur des composants mécatroniques et des données d'inspection d'AML systems (figure 1).

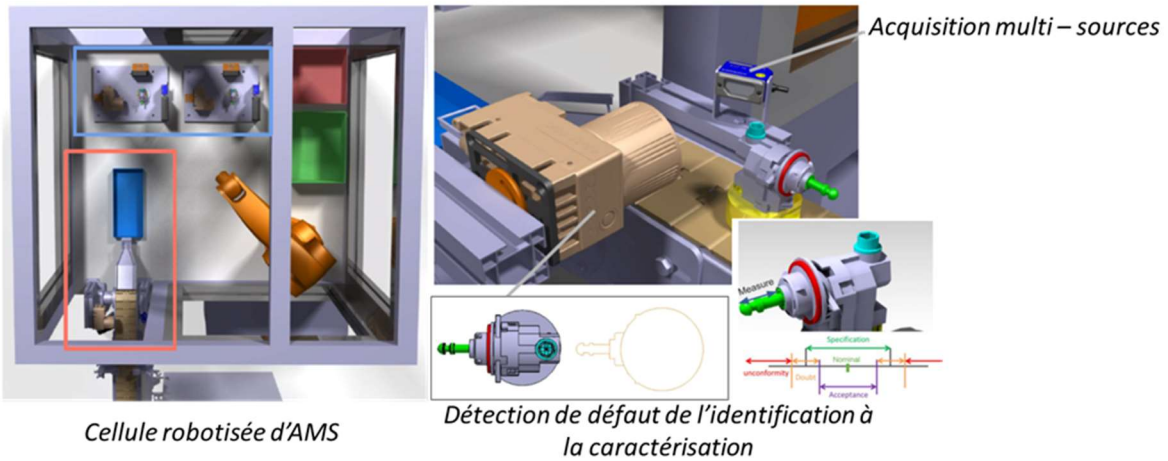

Figure 1, illustration de la ligne industrielle AMS (Agile Manufacturing System) de l'UTC et de l'inspection multimodale potentielle du module ESL de AML System

L'intérêt est de fournir des POC (Proof Of Concept) industriel très concrets pour lesquels l'ensemble de la démarche de mise en œuvre et les sources seront mis à disposition sur des plateformes d'échanges

web et communautaires. Ainsi, des dépôts de brevets et de publications scientifiques seront envisageables.

Les avancées en IA supervisée et non-supervisée, et le couplage de ces méthodes à des techniques de vision par ordinateur permettent d'envisager une réponse performante aux problèmes de l'inspection multimodales. Plus globalement, la recherche en IA permet d'élaborer des systèmes capables d'appréhender des comportements complexes non prédéfinies. Les réseaux de neurones profonds (Deep Learning) ont la capacité de pouvoir s'adapter à de nouvelles entrées non encore vues, ce qui permet par exemple d'identifier des défauts dans des images à partir d'un jeu restreint de paramètres. Le défaut de ces réseaux de neurones profonds est que leur processus n'est pas intelligible. Cependant, les performances atteintes sont telles qu'il est possible d'intégrer ces réseaux neuronaux à un poste d'inspection. Ils agiraient comme une assistance à un opérateur le confortant et l'aidant dans son inspection.

La candidate ou le candidat pourra s'appuyer sur les travaux de la littérature suivante pour proposer la méthodologie de mise en œuvre :

- Etat de l'art sur les techniques et approches de traitement d'images de production (Bouwmans et al., 2018)
- Les récents travaux traitants de l'inspection et d'intégration multimodale et des techniques d'intégration (Ferguson et al 2019, Weckenmann et al.2009).

Mission

La personne recrutée participe aux travaux de recherche pour le projet ETREL. Ces travaux portent sur la proposition d'une méthodologie de mise en œuvre pour l'inspection de défauts. Les RNCP – Réseaux de Neurones Convolutifs Profonds seront étudiés et probablement exploités. Pour cela, elle s'appuiera sur une plateforme expérimentale nommée AMS (Agile Manufacturing System) située à l'UTC ainsi que sur des composants mécatroniques et des données d'inspection d'AML systems.

Activités principales

- Mener l'expérimentation multimodale sur la ligne AMS de l'UTC
- Proposer un cadre méthodologique sur la complémentarité des données 2D/3D et acoustique pour le contrôle de défauts industriels (en ligne/temps réel)
- Contribuer à la démonstration de la technologie en environnement réel attendue sur le site de production d'AML systems à Hirson
- Rédiger des rapports d'avancement, valoriser les travaux au travers de communications
- Rédiger une publication dans le cadre d'une conférence ou séminaire à audience nationale (colloque S-MART etc.)
- Contribuer, le cas échéant à la publication au sein de publications internationales s'intéressant à la mise en œuvre d'environnements logiciels au sein des activités d'ingénierie et de production, en conformité avec la politique d'AML Systems pour la rédaction de brevets
- Participer aux différentes réunions avec les partenaires du projet
- Présenter les résultats du projet.

Compétences

- Intelligence artificielle appliquée
- Ingénierie de la production
- Programmation informatique en Python
- Connaissance du milieu industriel ou a minima expérience permettant d'en comprendre les enjeux et problématiques
- Capacité à prendre en main un sujet nouveau
- Esprit d'analyse et de synthèse
- Rédiger des rapports, des publications et des documents de synthèse, en langue anglaise
- Capacité à travailler en équipe, et en collaboration avec des doctorants
- Qualité d'écoute
- Aisance relationnelle.

Diplôme, formation et habilitation

- Diplôme : diplôme d'ingénieur ou diplôme équivalent, doctorat souhaité
- Domaine de formation : génie industriel, vision par ordinateur et IA
- Permis B

Environnement et contexte de travail

L'activité s'exerce au département ingénierie mécanique, laboratoire Roberval au sein de l'équipe systèmes intégrés : produit/process. Le projet ETREL associe la société éditrice de logiciels DeltaCad, la société AML-Systems-Johnson Electric group et l'UTC – Laboratoire Roberval.

La personne recrutée rend compte aux responsables UTC du projet ETREL. Elle entretient un dialogue régulier avec ceux-ci, une collaboration étroite avec les partenaires du projet et l'ensemble des interlocuteurs concernés.
Des déplacements sont à prévoir dans le cadre du projet.

Contacts

Alexandre Durupt, UTC, laboratoire Roberval
alexandre.durupt@utc.fr

Benoît Eynard, UTC, laboratoire Roberval
benoit.eynard@utc.fr

Hassan Koulouh, AML systems
hassan.koulouh@aml-systems.com

Harvey Rowson, société DeltaCAD
rowson@deltacad.fr

Candidature

Un CV et une lettre de candidature, format pdf, sont à déposer à l'adresse suivante :

https://candidature.utc.fr/utc

Pour tout renseignement complémentaire :
Lydie Rodriguez : Tél. 03 44 23 52 81
UTC - direction des ressources humaines – pôle recrutement - UTC/DRH/PR/2022
www.utc.fr – rubrique : recrutement

Références bibliographiques

Alliance industrie du futur, 2018. Le guide des technologies de l'industrie du futur.

Bouwmans, T., Silva, C., Marghes, C., Zitouni, S.M., Bhaskar, H., Frelicot, C., 2018. On the role and the importance of features for background modeling and foreground detection. Computer Science Review 28, 26–91. https://doi.org/doi.org/10.1016/j.cosrev.2018.0

DAGM, 2007. Weakly Supervised Learning for Industrial Optical Inspection.

Dekhtiar, J., 2019. Deep Learning and Unsupervised Learning to automate visual inspection in the manufacturing industry. Alliance Sorbonne, université de technologie de Compiègne.

Dekhtiar, J, Durupt, A., Bricogne, M., Eynard, B., Rowson, H., Kiritsis, D., 2018. Deep learning for big data applications in CAD and PLM – Research review, opportunities and case study. Computers in Industry 100, 227–243. https://doi.org/doi.org/10.1016/j.compind.2018.04.005

Grandvalet, Y., & Bengio, Y., 2005. Semi-supervised learning by entropy minimization. In Advances in neural information processing systems (pp. 529-536).
Huang, S.-H., Pan, Y.-C., 2015. Automated visual inspection in the semiconductor industry. Computers in Industry 66, 1–10. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.compind.2014.10.006

Li, X., Grandvalet, Y., & Davoine, F., 2020a. A baseline regularization scheme for transfer learning with convolutional neural networks. Pattern Recognition, 98, 107049.

Li, X., Grandvalet, Y., Davoine, F., Cheng, J., Cui, Y., Zhang, H., Belongie, S., Tsai, Y.-H. & Yang, M. H., 2020b. Transfer learning in computer vision tasks: Remember where you come from. Image and Vision Computing, 93, 103853.

Li, X., Grandvalet, Y., & Davoine, F., 2018. Explicit inductive bias for transfer learning with convolutional networks. In International Conference on Machine Learning (pp. 2825-2834).

Mera, C., Orozco-Alzate, M., Branch, J., Mery, D., 2016. Automatic visual inspection: An approach with multi-instance learning. Computers in Industry 83, 46–54.
https://doi.org/doi.org/10.1016/j.compind.2016.09.002

P Nagorny, T Lacombe, H Favrelière, M Pillet, E Pairel, R Le Goff, M Wali. Generative adverserial networks for geometric surfaces prediction in injection molding: Performance analysis with Discrete Modal Decomposition. 2018 IEEE International Conference on Industrial Technology (ICIT), 1514-1519 2

Schelgl, T., Seeböck, P., Waldstein, S.., Schmidt-Erfurth, U., Langs, G., 2017. Unsupervised anomaly detection with generative adversarial networks to guide marker discovery, in: International Conference on Information Processing in Medical Imaging IPMI 2017: Information Processing in Medical Imaging. pp. 146–157. https://doi.org/doi.org/10.1007/978-3-319-59050-9_12

Scholz-Reiter, B., Weimer, D., Thamer, H., 2012. Automated surface inspection of cold-formed micro-parts. CIRP Annals 531–534. https://doi.org/doi.org/10.1016/j.cirp.2012.03.131

Siebel, N.T., Sommer, G., 2008. Learning defect classifiers for visual inspection images by neuro-evolution using weakly labelled training data, in: 2008 IEEE Congress on Evolutionary Computation (IEEE World Congress on Computational Intelligence). pp. 1–7. https://doi.org/10.1109/CEC.2008.4631331

Timm, F., Barth, E., 2011. Non-parametric texture defect detection using Weibull features, in: Proceedings Volume 7877, Image Processing: Machine Vision Applications IV; 78770J. https://doi.org/doi.org/10.1117/12.872463

Wang, T., Chen, Y., Qiao, M., Snoussi, H., 2018. A fast and robust convolutional neural network-based defect detection model in product quality control. The International Journal of Advanced Manufacturing Technology 94, 3465–3471. https://doi.org/10.1007/s00170-017-0882-0

Weimer, D., Benggolo, A.Y., Freitag, M., 2015. Context-aware Deep Convolutional Neural Networks for Industrial Inspection, in: Conference: Australasian Conference on Artificial IntelligenceAt: Canberra, AustraliaVolume: Deep Learning and Its Applications in Vision and Robotics (Workshop). pp. 1–5.

Weimer, D., Scholtz-Reiter, B., Shpitalni, M., 2016. Design of deep convolutional neural network architectures for automated feature extraction in industrial inspection. CIRP Annals - Manufacturing Technology 65, 417–420. https://doi.org/10.1016/j.cirp.2016.04.072

Weimer, D., Thamer, H., Scholz-Reiter, B., 2013. Learning Defect Classifiers for Textured Surfaces Using Neural Networks and Statistical Feature Representations. Procedia CIRP 7, 347–352. https://doi.org/doi.org/10.1016/j.procir.2013.05.059

Weimer, D., Thamer, H., Thoben, K.-D., 2014. GPU architecture for unsupervised surface inspection using multiscale texture analysis, in: Procedia Technology 15, 2nd International Conference on System-Integrated Intelligence: Challenges for Product and Production Engineering. pp. 278–284.

Xiaojun, W., Cao, K., Gu, X., 2017. A Surface Defect Detection Based on Convolutional Neural Network, in: Conference: International Conference on Computer Vision Systems. pp. 185–194. https://doi.org/10.1007/978-3-319-68345-4_17

Yeh, R.A., Chen, C., Lim, T.-Y., Schwing, A.G., Hasegawa-Johnson, M., Do, M.N., 2016. Semantic Image Inpainting with Deep Generative Models, in: Open Access version, provided by the C.V.F. (Ed.), CVPR 2016. pp. 1–9.

Zhao, Z., Li, B., Dong, R., Zhao, P., 2018. A surface defect detection method based on positive samples, in: 15th Pacific Rim International Conference on Artificial Intelligence. PRICAI 2018; Nanjing; China; 28 August 2018 through 31 August 2018, pp. 473–481. https://doi.org/10.1007/978-3-319-97310-4_54

Zhiyang, Y., Xiaojun, W., Gu, X., 2017. Fully Convolutional Networks for Surface Defect Inspection in Industrial Environment, in: Conference: International Conference on Computer Vision Systems, ICVS 2017. pp. 417–426. https://doi.org/10.1007/978-3-319-68345-4_37