

Appel à candidature pour une recherche postdoctorale "Procédé de Réparation par Cold Spray Innovant et Structural"

Recrutement d'un(e) candidat(e) de nationalité européenne (pays membre de l'UE) pour un CCD de 12 mois renouvelable une fois, dans le cadre d'un projet de recherche industrielle financé par la DGE/DGA. Les travaux de recherche se dérouleront au laboratoire Institut Carnot de Bourgogne (ICB), au sein de l'équipe LERMPS située sur le site de Sévenans (site UTBM).

Mots-clefs :

Réparation structurale, rechargement métallique, cold spraying, programmation robotique, intelligence artificielle, contrôle en ligne, base de données.

Description du sujet :

Dans le secteur aéronautique, la réparation des composants structurels métalliques représente une solution doublement avantageuse car elle permet, outre les arguments économiques, un gain substantiel du point de vue écologique. Généralement, on a recours à un principe d'ajout local de matière pour une restauration structurale des pièces endommagées. Il existe quelques procédés éprouvés comme la projection thermique HVOF ou le rechargement métallique au laser qui peuvent souffrir toutefois d'effets indésirables thermiquement activés. On peut citer entre autres les phénomènes d'oxydation à haute température ou la formation de contraintes résiduelles qui provoquent de mauvaises adhérences ainsi que des risques de fissuration en réduisant en cela la durée de vie des composants restaurés. En outre, les techniques de réparation éprouvées peuvent devenir incompatibles au travail des alliages légers (alliage d'aluminium, alliage de magnésium). La méthode de fabrication additive Cold Spraying est alors une alternative de réparation prometteuse. Elle se distingue des autres procédés additifs métalliques par l'utilisation d'un écoulement supersonique diphasique (gaz détendu + poudres micrométriques) qui permet de construire des couches additives sans apport de chaleur externe. C'est la collision supersonique des poudres sur la surface à réparer qui restaure localement la structure endommagée. Cette technique est capable de générer un dépôt dense et épais avec une adhérence élevée et de faibles contraintes résiduelles. Les avancées actuelles sur le procédé Cold Spraying a révélé une bonne comptabilité à un large spectre de matériaux y compris les alliages aéronautiques, avec des résultats probants sur la capacité réelle de cette méthode à restaurer de nombreuses structures de faible ou de grande taille.

Travaux de recherche postdoctorale :

Ce travail de recherche postdoctorale consiste à déployer la technologie de projection à froid pour la réparation et la restauration complète de structures et pièces aéronautiques. A terme, ce projet se concrétisera par la mise en place d'un système robotisé instrumenté, itératif et piloté par intelligence artificielle laquelle adapte automatiquement en temps réel l'ensemble des conditions opératoires lors du processus de restauration structurale et morphologique de chaque zone endommagée. L'utilisation de ce système garantira un rechargement rapide et efficace en limitant les surépaisseurs inutiles. Les travaux R&D s'effectueront en trois étapes : le développement du système sur la plateforme technologique Titan du laboratoire ICB-PMDM-LERMPS, la réalisation de démonstrateurs chez le partenaire du projet, et le déploiement de la solution technologique sur des structures réelles. Ses travaux seront menés en parfaite autonomie sur le plan technique et managérial. La personne recrutée sera aussi l'interlocuteur privilégié pour la coordination des avancées jusqu'à la fin de la période postdoctorale. Il (elle) assurera les missions principales suivantes :

- Mise au point d'un système de mesure 3D sans contact embarqué sur un robot industriel 6 axes, génération de base de données et traitement de données en temps réel.
- Développement d'une intelligence artificielle capable de produire des stratégies de restauration grâce à une base de connaissance évolutive.
- Programmation robotique automatisée capable d'entreprendre (en essais de laboratoire comme en environnement réel) une réparation adaptative imposée par l'IA.
- Restitutions des données, essais, et validations sur des démonstrateurs technologiques.
- Rédaction de protocoles techniques, de tutoriels, de rapports de travaux, de publications.
- Animation de l'avancement du projet et participations aux réunions avec les partenaires.

Profil recherché :

Programmation en C/C++/C#, Windows .NET/SDK, Matlab, robotique industrielle, intelligence artificielle, base de connaissance, communication industrielle, optimisation de process, connaissances en mécanique et matériaux.

Informations complémentaires :

Démarrage des travaux le plus tôt possible, et au plus tard en automne 2020. Rémunération : ~ 2200 net mensuel. Contrat d'un an renouvelable pour une seconde année.

Candidature à adresser à (sihao.deng@utbm.fr): LM, CV, Copie du diplôme de doctorat, Portfolio de projets, Liste de publications, Recommandations éventuelles.

Contact :

Sihao DENG : tel : 0384583280, sihao.deng@utbm.fr

Hanlin LIAO, Christophe VERDY, Rija Nirina RAOELISON

Laboratoire Interdisciplinaire Carnot De Bourgogne -UMR 6303 CNRS

Université de Bourgogne Franche-Comté/Université de Technologie de Belfort-Montbéliard

Références bibliographiques :

- 1) Deng, S.; Liang, H.; Cai, Z.; Liao, H.; Montavon, G. Kinematic Optimization of Robot Trajectories for Thermal Spray Coating Application. *Journal of Thermal Spray Technology* **2014**, 23 (8), 1382–1389.
- 2) Cai, Z.; Liang, H.; Quan, S.; Deng, S.; Zeng, C.; Zhang, F. Computer-Aided Robot Trajectory Auto-Generation Strategy in Thermal Spraying. *Journal of Thermal Spray Technology* **2015**, 24 (7), 1235–1245.
- 3) Chen, C.; Liao, H.; Montavon, G.; Deng, S. Nozzle Mounting Method Optimization Based on Robot Kinematic Analysis. *Journal of Thermal Spray Technology* **2016**, 25 (6), 1138–1148.
- 4) Chen, C.; Xie, Y.; Verdy, C.; Liao, H.; Deng, S. Modelling of Coating Thickness Distribution and Its Application in Offline Programming Software. *Surface and Coatings Technology* **2017**, 318, 315–325.
- 5) Chen, C.; Gojon, S.; Xie, Y.; Yin, S.; Verdy, C.; Ren, Z.; Liao, H.; Deng, S. A Novel Spiral Trajectory for Damage Component Recovery with Cold Spray. *Surface and Coatings Technology* **2017**, 309, 719–728. <https://doi.org/10.1016/j.surfcoat.2016.10.096>.
- 6) Wu, H.; Xie, X.; Liu, M.; Chen, C.; Liao, H.; Zhang, Y.; Deng, S. A New Approach to Simulate Coating Thickness in Cold Spray. *Surface and Coatings Technology* **2020**, 382, 125151. <https://doi.org/10.1016/j.surfcoat.2019.125151>.
- 7) R.N. Raoelison, C. Verdy, H. Liao, Cold gas dynamic spray additive manufacturing today: Deposit possibilities, technological solutions and viable applications, *Mater. Des.* **133** (2017) 266–287. doi:10.1016/j.matdes.2017.07.067.

Call for application for a postgraduate research work "Innovative and structural restoration/repair of lightweight metallic parts using Cold Spray Additive Manufacturing"

Open position to European citizens for a 12 months (renewable once) postdoctoral industrial research project supported by the Ministry of Economy and Finance/Ministry of the Armed Forces. The research works will be performed at the laboratory Interdisciplinaire Carnot de Bourgogne (ICB), within the research team LERMPS (site of Sévenans, technological platform Titan of the Université de Technologie de Belfort-Montbéliard).

Key-words:

Structural repair, metallic restoration, cold spraying, robotic programming, artificial intelligence, online control, database.

Topic description:

Recently, cold spraying knows a huge expansion thanks to restoration and repair applications. In this field, there are tremendous benefits so that this process is now extensively used. Restoration and repair know growing interest with the development of new "green technics and methods" that can enable saving raw materials and energy consumptions due to the whole manufacturing of a product. In addition, restoration is more importantly beneficial for some aspects such as the lead-time for the replacement of a product, the stock shortage, and the budgetary limitations. Restoration and repair using cold spraying is economically convincing. Cold spraying has the particular advantage of being very flexible. The CGDS process was applied at varied different length scales, from micrometric scale (microdeposit) up to several meter sized components to coat. Blades restoration example is a typical situation showing the flexibility of the cold spray method. Large surface to repair combined with complex incurved shape requires a precise control of the deposition to produce a thin repair as well as a uniform coating. Today, the principle of cold spray additive process covers also a wide range of materials including metals for aerospace industry. This compatibility makes the cold spraying a suitable repair method for lightweight metallic structures. In addition, the repair is rapid and easily enables an in-situ rectification if necessary.

Postdoctoral research works:

This post-doctoral R&D activity will implement the cold spray technology as intelligent repair and full restoration method for aeronautical structures and parts. The research line includes the development of an iterative robotic system equipped with a contactless 3D metrology and driven by an artificial intelligence, which can adapt to all of the operating conditions in real time during the structural and morphological restoration process of each damaged area. The use of this system will guarantee a fast and efficient restoration without material surplus. The R&D work packages fall into three major categories: the development of the intelligent cold spray repair system within the technological platform Titan of the ICB-PMMDM-LERMPS laboratory, the realization of on-site technological demonstrators for the partner of this project, and the implementation of the technological solution on real structures. The applicant has the capability to fulfil this research lines and to coordinate the project until the end of the postdoctoral period. He (she) should be confident in performing the following main tasks:

- Development of a 3D contactless measurement system embedded on a 6-axis industrial robot, database generation and real-time data processing.

- Development of an artificial intelligence capable of producing restoration strategies depending upon evolving knowledge base.
- Automated robotic programming capable of running (during laboratory tests as well as in a real environment) an adaptive repair generated by the AI.
- Data restitution, testing, and validation of technological demonstrators.
- Writing of technical protocols, tutorials, work reports, publications.
- Animation of project progress and participation in meetings with partners.

Expected background of the applicant:

Programming with C/C++/C#, Windows .NET/SDK, Matlab, industrial robotics, development of artificial intelligence, knowledge base, industrial communication technology, process optimization, knowledges about mechanics and materials.

Additional information:

The postdoctoral R&D activities are scheduled to begin as soon as possible, and not later by autumn 2020. Net monthly remuneration: ~2200€

Please send to (sihao.deng@utbm.fr) a CV, a cover letter, a publications list, a projects portfolio, recommendation letters, and copies of Master and PhD diplomas.

Contact:

Sihao DENG: +33 384583280, sihao.deng@utbm.fr

Hanlin LIAO, Christophe VERDY, Rija Nirina RAOELISON

Laboratoire Interdisciplinaire Carnot De Bourgogne -UMR 6303 CNRS

Université de Bourgogne Franche-Comté/Université de Technologie de Belfort-Montbéliard

References:

- 1) Deng, S.; Liang, H.; Cai, Z.; Liao, H.; Montavon, G. Kinematic Optimization of Robot Trajectories for Thermal Spray Coating Application. *Journal of Thermal Spray Technology* **2014**, 23 (8), 1382–1389.
- 2) Cai, Z.; Liang, H.; Quan, S.; Deng, S.; Zeng, C.; Zhang, F. Computer-Aided Robot Trajectory Auto-Generation Strategy in Thermal Spraying. *Journal of Thermal Spray Technology* **2015**, 24 (7), 1235–1245.
- 3) Chen, C.; Liao, H.; Montavon, G.; Deng, S. Nozzle Mounting Method Optimization Based on Robot Kinematic Analysis. *Journal of Thermal Spray Technology* **2016**, 25 (6), 1138–1148.
- 4) Chen, C.; Xie, Y.; Verdy, C.; Liao, H.; Deng, S. Modelling of Coating Thickness Distribution and Its Application in Offline Programming Software. *Surface and Coatings Technology* **2017**, 318, 315–325.
- 5) Chen, C.; Gojon, S.; Xie, Y.; Yin, S.; Verdy, C.; Ren, Z.; Liao, H.; Deng, S. A Novel Spiral Trajectory for Damage Component Recovery with Cold Spray. *Surface and Coatings Technology* **2017**, 309, 719–728. <https://doi.org/10.1016/j.surfcoat.2016.10.096>.
- 6) Wu, H.; Xie, X.; Liu, M.; Chen, C.; Liao, H.; Zhang, Y.; Deng, S. A New Approach to Simulate Coating Thickness in Cold Spray. *Surface and Coatings Technology* **2020**, 382, 125151. <https://doi.org/10.1016/j.surfcoat.2019.125151>.
- 7) R.N. Raoelison, C. Verdy, H. Liao, Cold gas dynamic spray additive manufacturing today: Deposit possibilities, technological solutions and viable applications, *Mater. Des.* **133** (2017) 266–287. doi:10.1016/j.matdes.2017.07.067.