Type d'offre : Offre en laboratoire

Date de publication : 29.01.26

L2S (en collaboration avec le laboratoire SATIE)

Reconstruction d’image 3D en tomographie par rayons X. Approches basées données intégrant un modèle d’objets 3D.

Informations générales

Type de contrat : Stage

Durée du contrat : 6 mois

Niveau d'étude : Master 2 ou équivalent

Contact :

charles.soussen@centralesupelec.fr
nicolas.gac@universite-paris-saclay.fr

Date de prise de poste : mer 01/04/2026 - 12:00

Métier : IR

Thématique : Autre

L2S (en collaboration avec le laboratoire SATIE) :

Le laboratoire des signaux et systèmes (L2S) est une unité mixte de recherche (UMR 8506) du CNRS, de CentraleSupélec et de l'Université Paris-Saclay, créée en 1974. Les recherches abordées au L2S portent sur les aspects mathématiques fondamentaux et appliqués de la théorie du contrôle, du traitement des signaux et des images, de la théorie de l'information et des communications.

Adresse :

L2S, CentraleSupélec, 3 rue Joliot Curie
91192 Gif-sur-Yvette
France

Détail de l'offre (poste, mission, profil) :

Ce stage porte sur la reconstruction d'objets 3D par tomographie en rayons X, avec application au Contrôle Non Destructif (CND) de pièces métalliques en aéronautique. La reconstruction tomographique est un problème inverse classique rencontré en imagerie médicale et en contrôle non destructif. Implémentée dans de nombreux scanners industriels, les innovations récentes sont liées d'une part à l'apparition de nouveaux systèmes d'imagerie, possiblement multimodale, et d'autre part au développement de nouvelles techniques d'inversion basées notamment sur l'apprentissage statistique. Ces approches sont précisément l'objet du stage.

En contrôle non destructif dans le domaine aéronautique, les volumes imagés correspondent à des pièces industrielles à géométrie complexe, issues de la fabrication additive pour des gains en légèreté et performance ou du procédé de fonderie à cire perdue pour la réalisation d'aubes de turbines haute pression qui endurent des contraintes thermomécaniques élevées et comportent des circuits

internes de refroidissement. L’imagerie tridimensionnelle de ces structures est essentielle pour contrôler la présence éventuelle de défauts. Pour cela, de nouvelles modalités de tomographie par rayons X sont explorées par notre partenaire Safran Tech. Elles sont basées sur des trajectoires non-conventionnelles de la source et du détecteur, trajectoires optimisées en fonction de la géométrie et de la composition de la pièce.

Objectifs

Le premier objectif du stage est d’établir un état de l’art des méthodes d’inversion basées données, permettant d’exploiter un jeu de données d’entraînement pour apprendre la distribution a priori de l’image volumique à reconstruire, et ainsi guider le processus de reconstruction 3D dans des situations difficiles (angles de projection limités, faibles rapports signal-sur-bruit). Ces méthodes ont connu un succès important dans le domaine des problèmes inverses (approches dites “plug-and-play” et “unrolling”), l’idée sous-jacente étant d’entraîner des réseaux de neurones profonds et convolutifs, où le réseau est intrinsèquement lié à la fonctionnelle de régularisation du problème inverse. Ces approches fournissent bien souvent des résultats empiriques supérieurs à ceux des méthodes classiques analytiques (non-itératives) comme la méthode FDK ou des méthodes itératives basées sur l’optimisation de critères régularisés. Cependant, les images reconstruites sont susceptibles de comporter des “hallucinations” lorsque les données d’entraînement ne sont pas assez riches, avec la reconstruction d’objets peu réalistes. Sur le plan de l’optimisation de fonction de coût, les approches basées données souffrent de l’absence de garanties de convergence. Il est intéressant de noter que des travaux récents ouvrent la voie à l’obtention de méthodes avec garanties. Le travail d’état de l’art a pour but de comprendre les principales approches existantes, leurs garanties théoriques et leurs limitations.

Le deuxième objectif du stage porte sur la génération de données d’entraînement. C’est un ingrédient important des approches basées données. En reconstruction tomographique, le jeu de données d’entraînement est un ensemble de couples volume 3D – projections radiographiques 2D associées, qui doit être suffisamment représentatif de la diversité des volumes 3D possibles. En contrôle non destructif, on dispose de modèles de CAO permettant de décrire les volumes 3D par un ensemble

de paramètres de forme. Ces modèles permettent de générer des maillages réalistes représentant des structures plausibles et de simuler la projection radiographique de ces volumes. L'objectif sera d'intégrer au processus de reconstruction d'image une technique de régularisation permettant de prendre en compte l'a priori lié à la connaissance du modèle CAO de la pièce.

Perspectives

Ce sujet de stage est une pré-étude dans le cadre d'un projet de collaboration entre le L2S et le SATIE avec SAFRAN Tech. Le L2S a déjà collaboré avec SAFRAN Tech dans le cadre d'une thèse CIFRE sur les méthodes itératives de reconstruction adaptées au contrôle non destructif. Ce stage offrira des perspectives de poursuite en thèse CIFRE avec SAFRAN Tech.

Conditions pour candidater :

Compétences requises :

• Master 2 ou diplôme d'ingénieur en science des données/traitement du signal.

• Connaissances solides en mathématiques appliquées, intérêt pour les applications en sciences pour l'ingénieur.

• Bonne maîtrise des outils de programmation scientifique (Python, Matlab, C/C++, etc.) et bon niveau d'anglais.

Processus de candidature ou lien vers votre offre d'emploi sur votre site internet :

Contacter Charles Soussen et Nicolas Gac en adressant votre CV, une lettre de motivation, une lettre de recommandation (au minimum) et vos résultats universitaires des dernières années, avec classements.

Contact : charles.soussen@centralesupelec.fr ; nicolas.gac@universite-paris-saclay.fr

Date limite pour postuler : mer 01/04/2026 - 12:00

Lien vers l'offre sur le site dataia.eu :https://da-cor-dev.peppercube.org/node/1514