

Proposition de projet

Année 2019-2020

Mastère Spécialisé DMS

Encadrement

Nissrine AKKARI, Fabien CASENAVE, Thomas DANIEL.(SAFRAN), David Ryckelynck

Titre

Machine learning appliqué au calcul de durée de vie des aubes de turbine haute pression

Contexte

Le groupe Safran est un leader mondial dans la conception, la fabrication et la maintenance de moteurs et d'équipement aéronautiques et spatiaux. Comme dans de très nombreux domaines industriels, la simulation numérique est un outil incontournable pour le dimensionnement et la certification de pièces mécaniques. Cependant, la complexité des lois de comportement mécanique utilisées peut conduire à des simulations beaucoup trop longues pour envisager de quantifier les incertitudes sur les résultats en faisant varier les données d'entrée. Dans ce contexte, la réduction d'ordre de modèle et l'hyper-réduction [1] permettent d'accélérer les calculs en restreignant la recherche de la solution du problème mécanique à un sous-espace de dimension faible par rapport à celle du modèle éléments finis haute fidélité. Dans le cas des aubes de turbine haute pression dans un turboréacteur, l'incertitude sur le champ de température est telle qu'on ne peut se contenter d'un seul modèle réduit. Il est alors nécessaire de partitionner l'ensemble des champs de température possibles à l'aide de méthodes de **clustering [2]**, en choisissant une mesure de distance entre champs de température adaptée au problème physique considéré. Ainsi, il est possible de définir un modèle réduit spécifique à chaque cluster. L'association d'un nouveau champ de température à un cluster existant peut être réalisée par des méthodes de **machine learning** afin d'éviter les calculs coûteux de distances physiques entre les champs de température.

Ce stage s'inscrit dans un projet dont l'objectif est d'appliquer ces méthodes à la quantification d'incertitudes sur la durée de vie des aubes de turbine haute pression. Des outils numériques seront mis à disposition de l'étudiant pour tester la chaîne de calcul, de la génération de champs de températures aléatoires jusqu'à la phase d'apprentissage d'un **réseau de neurones convolutif [3]** censé adapter le choix du modèle réduit aux données d'entrée.

Objectif et travail proposé

L'objectif de ce stage est de comparer différentes approches pour le clustering des champs de température aléatoires, puis de tester différentes variantes du réseau de neurones utilisé. Ce travail permettra à l'étudiant d'évaluer la chaîne de calcul et de prendre part à son amélioration. Pour cela, l'étudiant devra proposer une stratégie pertinente pour changer d'algorithmes et tester d'autres approches tout en minimisant le coût des calculs supplémentaires.

Le stage se décomposera selon les étapes suivantes :

- Etude bibliographique :
 - des méthodes de clustering ;
 - des réseaux de neurones convolutifs (l'étudiant pourra se référer aux cours vidéos de l'université de Stanford : <http://cs231n.stanford.edu/>) ;

- Prise en main de la chaîne de calcul ;
- Comparaison de différentes méthodes de clustering ;
- Comparaison de différentes architectures du réseau de neurones ;
- Application au calcul de durée de vie d'une aube de turbine haute pression.

Profil demandé

Le sujet convient à un candidat ayant un profil mécanique des matériaux et des structures ou mathématiques appliquées. Une première expérience en machine learning et en programmation avec Python serait un plus.

Références

- [1] D. Ryckelynck, K. Lampoh et S. Quilicy, «Hyper-reduced predictions for lifetime assessment of elasto-plastic structures,» *Computational Micromechanics of Materials*, 2015.
- [2] A. Saxena, M. Prasad, A. Gupta, N. Bharill, O. Patel, A. Tiwari, M. Er, W. Ding et C. Lin, «A review of clustering techniques and developments,» *Neurocomputing*, vol. 267, pp. 664-681, 2017.
- [3] J. Gu, Z. Wang, J. Kuen, L. Ma, A. Shahroudy, B. Shuai, T. Liu, X. W. G. Wang, J. Cai et T. Chen, «Recent advances in convolutional neural networks,» *Pattern Recognition*, vol. 77, pp. 354-377, 2018.