

Data Mining pour l'optimisation des modèles génératifs physiques en dynamique rapide

A Safran, nous sommes à la recherche de modèles numériques efficaces pour représenter fidèlement nos produits et développer des technologies en rupture. Beaucoup de phénomènes physiques complexes entrent en jeu en mécanique des fluides et des solides.

Le contexte de ce projet de recherche est le calcul de structure en dynamique rapide, pour l'optimisation des technologies d'équipements aéronautiques sous scénario de crash. Un cas test représentatif d'une problématique industrielle en dynamique rapide rencontrée à Safran, où un grand nombre de paramètres seront considérés : conditions aux limites, paramètres de contact, chargement, paramètres matériaux et paramètres géométriques. Un code de simulation numérique sera fourni pour générer une base de donnée de solutions.

L'objectif de ce projet est de développer un modèle approché le plus rapide possible, et donnant des résultats les plus proches possibles de ceux calculés par le code fourni, sur la plage de variation des paramètres considérés.

Compte tenu du grand nombre de paramètres, nous proposons l'utilisation de techniques de réduction d'ordre non-linéaires reposant sur des réseaux de neurones profonds. Le principe de base est celui d'une régression non-linéaire : à partir de solutions à quelques valeurs de paramètres, nous cherchons à calculer une approximation pour d'autres valeurs de paramètres. Comme le coût associé aux simulations numérique est important, la solution proposée pour le modèle approché devra prendre en compte la contrainte de taille réduite de la base de donnée.

Ce projet de recherche sera divisé en trois grandes parties :

- Détermination d'une paramétrisation optimisée des données pour l'entraînement d'un réseau de neurones sur le problème considéré :
 - Dans un contexte de grand nombre de paramètres physiques, les méthodes de data mining peuvent trouver le sous ensemble de paramètres optimaux pour conditionner un réseau de neurones. Ceci est particulièrement utile pour les réseaux antagoniste (GAN : Generative Adversarial Networks).
 - Les méthodes de clustering permettront également d'ajouter de nouveau paramètres de type catégoriels pour lesquels les modèles génératifs sont plus performants.
 - Les méthodes de feature mining permettront à leur tour d'introduire de nouveau paramètres déduits de la base de données inconnus du code éléments finis.
- Optimisation d'une architecture de réseau de neurones. Nous proposons l'utilisation d'un GAN-RNN (RNN : Recurrent Neural Network) avec couches de Convolution 3D.
- Un GAN conditionné pour contrôler le mode de génération de cette architecture sera construit en utilisant les résultats de la première partie – le conditionnement servant à spécifier à quelle valeur de paramètre la prédiction est demandée.

Les résultats pourront être comparés à d'autres architectures de réseaux de neurones développées à Safran.

Références :

- Data mining : <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/nn502029b>
- RNN-GAN : <https://arxiv.org/pdf/1611.09904.pdf>
- Convolutions 3D pour données physiques : <https://arxiv.org/pdf/1911.11380.pdf>

Contacts :

nissrine.akkari@safrangroup.com, fabien.casenave@safrangroup.com