



Deeper Pulse

Stage PFE ou Master 2 – Physics Informed AI Approaches to E-Motor Design - Approches d'IA Informée par la Physique pour la Conception de Moteurs Électriques

Contexte :

Les moteurs électriques jouent un rôle crucial dans la transition énergétique et ce, dans de très nombreux secteurs allant des véhicules électriques aux éoliennes. L'optimisation de ces moteurs représente un enjeu majeur pour la performance et l'efficacité énergétique de demain.

Fondée il y a quatre ans, Deeper Pulse est une startup innovante issue de recherches en optimisation topologique. Deeper Pulse développe une plateforme logicielle avancée pour la conception de moteurs électriques de pointe. Notre technologie a déjà répondu aux exigences de leaders industriels tels que SAFRAN, VALEO, FORVIA, MMT et AIRBUS, et a donné lieu à plusieurs brevets sur des moteurs innovants.

Lauréate du Grand Prix I-Lab en 2021 (prix du ministère de la Recherche récompensant chaque année les 10 meilleures startups innovantes en France), Deeper Pulse est passée de 4 cofondateurs à une équipe de 12 personnes. En pleine croissance, Deeper Pulse offre un environnement de travail unique pour écrire ensemble le futur des moteurs électriques.

Sujet de stage :

Deeper Pulse développe en interne une plateforme logicielle qui permet à ses ingénieurs de gérer des cahiers des charges très complexes. Cette plateforme permet un accès simplifié à l'utilisation de codes propriétaires d'optimisation, comme l'optimisation paramétrique en magnétostatique pour le design de moteurs. Ces méthodes d'optimisation sont très coûteuses en temps CPU, car elles sont basées sur la résolution des équations de Maxwell par des méthodes éléments finis.

Le sujet de ce stage porte sur le développement de modèles réduits basés sur des méthodes de Machine Learning ou de Deep Learning, mais aussi sur l'impact de l'IA dans nos procédures d'optimisation (paramétrages optimaux et points de départ).

L'idée est d'éviter, dans le processus d'optimisation, les résolutions des équations aux dérivées partielles qui sont très coûteuses en temps. Les modèles réduits issus du Machine Learning ou du Deep Learning permettent des gains de temps significatifs. Cependant, il est essentiel de conserver une grande qualité des solutions ainsi obtenues.

Dans les méthodes d'optimisation locale, des paramètres, notamment la longueur de pas, sont difficiles à gérer. Des approches basées sur l'IA peuvent permettre d'améliorer notablement la convergence de ces algorithmes. Ainsi, l'IA sera testée à l'intérieur des codes d'optimisation que nous développons et utilisons.



Deeper Pulse

Le but de ce stage sera d'évaluer et d'exploiter le potentiel de l'utilisation des techniques d'IA en mettant en œuvre diverses méthodes basées sur différentes bibliothèques Python comme SciKit-Learn, par exemple.

Dans un premier temps, il faudra mettre en place une méthodologie pour constituer une base de données suffisamment conséquente. Dans un second temps, il faudra entraîner les diverses méthodes de Machine Learning ou de Deep Learning afin de construire les modèles réduits de moteurs préalablement définis.

Ces modèles réduits seront ensuite testés et validés afin de déterminer leur intérêt en termes de qualité et de rapidité de calcul. Enfin, des tests d'utilisation de ces modèles dans une procédure d'optimisation paramétrique seront envisagés. Pour finir, une insertion de l'IA au cœur même des algorithmes d'optimisation sera développée afin d'en améliorer leur convergence.

Objectifs du stage :

1. Analyser l'intérêt et le potentiel des modèles réduits obtenus par des techniques d'IA pour les méthodes de résolution des équations de Maxwell dans le cas d'un type de moteurs électriques.
2. Développer une base de données conséquente pour une première typologie de moteur.
3. Développer et tester différentes implémentations de méthodes de Machine Learning et de Deep Learning en utilisant des bibliothèques Python adaptées.
4. Évaluer les gains de performance sur au moins un exemple de moteur électrique, en vue d'une intégration future dans la plateforme logicielle de Deeper Pulse.

Profil recherché :

Spécialités recommandées : informatique numérique, mathématiques appliquées ou génie électrique avec un intérêt pour l'optimisation et la simulation numérique. Des connaissances en IA serait un plus.

Compétences requises :

- Connaissances en optimisation et en méthodes numériques ;
- Bases du fonctionnement des moteurs électriques (serait un +) ;
- Méthodes de Machine Learning et Deep Learning (serait un +) ;
- Maîtrise de Python.

Encadrants :

Frédéric Messine : frederic.messine@deeperpulse.com

Ameziane Renak : ameziane.renak@deeperpulse.com

Lieu du stage :

27, rue d'Aubuisson, Toulouse

Gratification: 800€ brut/mois