



Avis de soutenance

Pierre Hembert

Soutiendra publiquement ses travaux de thèse intitulés

Interpolations spatio-temporelles (4D) basées sur des Graph Neural Network Dynamiques (GNN-D) et applications au stockage géologique de déchets radioactifs

Le 21 octobre à 14 H 00

ENSAM

155, boulevard de l'Hôpital

75013 Paris

Amphi Esquillan

Francisco Chinesta Professeur, PIMM, Arts et Métiers Directeur de thèse
Chady Ghnatios , University of North Florida Co-Directeur de thèse
Julien Cotton Docteur, Direction scientifique, Andra Encadrant

Mots-clés

Graph neural networks, Surveillance de déchets radioactifs, Classification de l'état des capteurs, Démonstrateur haute-activité, Prédiction de température, Optimisation d'architecture, Système de classement, Simulation thermique, Centre de stockage profond, Défaillance capteur.

Résumé

Un centre de stockage profond de déchets radioactifs comme le projet Cigéo de l'Andra requiert une surveillance continue sur le long terme. Cette surveillance est possible grâce à une multitude de capteurs. Cependant, en raison des contraintes environnementales associées au stockage (radioactivité, convergence mécanique des galeries, etc.) ce réseau de capteurs est sujet à une dégradation au fil du temps. Il est alors crucial d'assurer la cohérence des données recueillies pour garantir la surveillance du centre. Pour ce faire, il faut non seulement identifier les défaillances de capteurs mais aussi remplacer les valeurs erronées par des prédictions cohérentes. Les Graph Neural Networks (GNN) sont des outils adaptés pour ces tâches car ils permettent de représenter précisément la physique du système et prennent en compte la topologie locale du réseau de capteurs. Dans nos travaux, nous utilisons des données issues du laboratoire de recherche souterrain de l'Andra. En particulier, celles d'une expérience de chauffe d'un démonstrateur de cellule haute-activité (HA) par des résistances chauffantes. Ce qui permet d'imiter la chauffe d'une alvéole HA par des déchets radioactifs. En ajoutant des erreurs synthétiques à ces données, nous avons entraîné des GNN qui utilisent les réponses capteurs (présentes et passées) pour détecter les défaillances capteurs. A l'aide des mêmes données, nous avons entraîné des GNN effectuant une prédiction au niveau des capteurs défaillants, à partir de l'instant de la panne. Ces GNN se basent sur un mécanisme d'intégration temporelle et ont été étudiés sur des problèmes de simulation thermique élémentaires afin d'évaluer leur efficacité ainsi que leurs limites. L'architecture de chacun des GNN a été optimisée par le biais d'une analyse hyper-paramétrique. En raison du grand nombre de variables, nous avons proposé une nouvelle méthode d'optimisation de l'architecture des GNN basée sur les systèmes de classement. Enfin, nous avons comparé les meilleurs GNN à des méthodes d'apprentissage machine traditionnelles afin de prouver leur efficacité.

Composition du jury

- M. Elie Hachem Professeur, Mines Paris PSL Rapporteur
- M. Antonio Flaco Professeur, Universidad CEU Cardenal Herrera Rapporteur
- M. Filippo Massi Chargé de recherche, Centre Inria de l'Université Grenoble Alpes Examineur
- M. David Néron Professeur, Laboratoire de Mécanique Paris-Saclay Examineur
- Mme Caroline Chaux Maîtresse de conférences, IPAL CNRS Examinatrice
- M. Trond Kvamsdal Professeur, Norwegian University of Science and Technology Examineur
- M. Chady Ghnatis Professeur, University of North Florida Co-Directeur
- M. Julien Cotton Docteur, Direction scientifique, Andra Encadrant
- M. Francisco Chinesta Professeur, PIMM, Arts et Métiers Directeur

