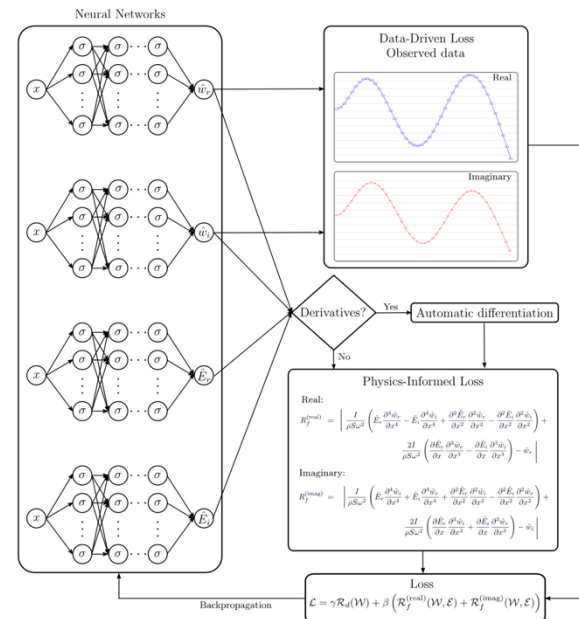


Réseaux de neurones informés par la physique pour la dynamique des structures

PINNs for Structural Dynamics (English version below)

Les méthodes d'apprentissage profond basées sur les réseaux de neurones sont des approximateurs universels et sont appliquées depuis de nombreuses années pour identifier les paramètres de systèmes représentés par des modèles mathématiques. Cependant, leurs performances dépendent des données utilisées pour l'entraînement. L'objectif du stage est de contribuer au développement d'un algorithme d'apprentissage profond dans lequel la convergence serait pilotée par des contraintes issues de la physique du système. Ces contraintes peuvent être exprimées, par exemple, sous la forme d'EDP ou d'un modèle par éléments finis.

Les algorithmes développés seront appliqués à différents cas d'application en dynamique des structures. Ce stage s'inscrit en effet dans différentes applications académiques et industrielles (liées à l'aéronautique, aux transports et à la fabrication), actuellement en cours au sein du Département Mécanique Appliquée (DMA) de FEMTO-ST, pour lesquelles des données sont collectées lors de tests de caractérisation. Ces travaux sont menés au sein du DMA depuis quelques années, permettant de disposer d'une base d'outils PINN qui sera utilisée dans le cadre de ce stage.



Mission: l'objectif de ce stage est de créer un couplage entre l'apprentissage automatique et un modèle basé sur le comportement mécanique d'une structure (poutre ou plaque) dans l'objectif d'identifier des propriétés de structures qui ne sont pas toujours simple d'accès sans essais destructifs (module élastique, facteur de perte, ...), notamment pour les structures composites.

Il combinera développements numériques sous Python (algorithmes d'apprentissage et d'identification), simulations éléments finis et caractérisations expérimentales.

Le stage durera 5 à 6 mois à partir du mois de février 2025, avec une poursuite en thèse envisageable.

Contact : Morvan OUISSE (morvan.ouisse@femto-st.fr)

English version

Deep learning methods based on neural networks are universal approximators and have been applied for many years to identify the parameters of systems represented by mathematical models. However, their performance depends on the data used for training. The objective of the internship is to develop a deep learning algorithm in which the convergence would be driven by constraints from the physics of the system. These constraints can be expressed, for example, in the form of PDEs or a finite element model.

The developed algorithms will be applied to different application cases. This internship is indeed part of different academic and industrial applications (related to aeronautics, transports and manufacturing), currently in progress in the Applied Mechanics department of FEMTO-ST, for which data have been collected during characterization tests.

The objective of this internship is to create a coupling between machine learning and a model based on the mechanical behavior of a structure (beam or plate) to identify properties of structures that are not always easy to access without destructive testing (elastic modulus, loss factor, etc.), in particular for composite structures.

It will combine numerical developments in Python (learning and identification algorithms), finite element simulations and experimental characterizations.

The internship will last 5 to 6 months, starting in February 2025, and a PhD grant on this topic may be available from October 2025.

Contact: Morvan OUISSE (morvan.ouisse@femto-st.fr)