

« Nouvelles stratégies numériques pour l'identification robuste, cohérente et efficace de modèles à partir de mesures de champs »

le VENDREDI 21 MAI 2021 à 9h30

présenté par Monsieur Hai Nam NGUYEN

Résumé :

Le travail de recherche a pour ambition l'identification robuste, cohérente, et efficace de paramètres matériaux à partir de mesures de champs obtenues par les techniques expérimentales avancées basées sur la corrélation d'image numérique (CIN). Dans ce contexte, la simulation numérique joue un rôle majeur car des calculs éléments finis sont effectués en parallèle de l'acquisition des données expérimentales afin de mener la procédure d'identification. L'objectif de la thèse est d'étudier et d'optimiser cette procédure en définissant une architecture numérique dédiée en terme de choix de modèle mathématique et du maillage, en fonction de l'information et du bruit contenus dans les données expérimentales. Ce choix vise à calculer juste au juste coût. L'idée est de relier les diverses sources d'erreur présentes dans la procédure d'identification: 1) bruit de mesure lié à la résolution des images; 2) erreur de modèle venant de la sélection d'un modèle basé sur la physique qui reste une représentation imparfaite de la réalité; 3) erreur de discrétisation due à l'utilisation de maillages générant des approximations numériques. On cherche donc à définir des modèles et des maillages dont le coût numérique et la précision sont gouvernés par l'information expérimentale disponible, avec des niveaux d'erreur similaires. Pour cela, on propose une méthodologie basée sur l'analyse duale, issue de développements du laboratoire depuis de nombreuses années, et valide pour une large gamme de modèles linéaires ou nonlinéaires. L'outil d'identification obtenu, basé sur la fiabilité de l'information, est construit à partir d'une formulation mathématique hybride avec une fonction coût composée de termes liés au modèle ou aux observations. On montre qu'il permet de définir des indicateurs d'erreur spécifiques et de mettre en place une procédure adaptative afin de corriger les biais de la modélisation numérique et la rendre cohérente avec les caractéristiques des mesures de champs. Un aspect majeur de la procédure est le calcul de champs admissibles vérifiant l'information pertinente. L'approche proposée est dans un premier temps validée sur des modèles d'élasticité linéaire avant d'être appliquée avec des comportements matériau non-linéaires afin de mener le processus de sélection et d'adaptation de modèle. De plus, l'approche est rendue plus efficace par l'utilisation complémentaire de méthodes numériques avancées telles que la réduction de modèle, des solveurs non-linéaires spécifiques, ou l'analyse multi-échelle.

Abstract :

The research work addresses robust, consistent, and effective identification of material parameters from full-field measurements obtained from the advanced Digital Image Correlation (DIC) experimental techniques. In this framework, numerical simulation plays a major role as FE computations are performed in parallel to the acquisition of experimental data in order to conduct the identification process. The goal of the PhD is to study and optimize the identification procedure by defining a

suitable numerical architecture in terms of mathematical model and discretization mesh selection, with respect to information and noise contained in the experimental data. This aims at computing right with right cost. The idea is to link the various error sources which occur in the process: 1) experimental noise related to the resolution of the images; 2) modeling error coming from the selection of a physics-based model which remains an imperfect representation of the real world; 3) numerical (discretization) error due to the use of meshes to perform numerical simulations. We thus wish to design consistent models and meshes with computational cost and accuracy governed by available experimental information, with similar error levels. For this purpose, we propose a methodology based on duality analysis, coming from developments of the lab for many years, and valid for a large range of linear and nonlinear models. The obtained identification tool, based on reliability of information, is constructed from a hybrid mathematical formulation with a cost functional made of modeling and observation terms. We show that it enables to define specific error indicators and to set up a suitable adaptive procedure in order to correct bias in the numerical modeling and make it consistent with features of full-field measurements. A main aspect of the procedure is the computation of admissible fields verifying reliable information. The proposed approach is first validated on linear elasticity models before being applied on more complex nonlinear material models in order to perform model selection and adaptation. In addition, the approach is computationally enhanced by the complementary use of advanced numerical methods such as reduced order modeling, specific nonlinear solvers, or multiscale analysis.