

Titre : Analyse des méthodes d'identification et de génération de données pour les approches data-driven en mécanique des solides

Mot clés : Méthodes Data-Driven, Identification, Problème inverse, Mesure de champs, Projection alternée, Régularisation

Résumé : La méthode *Data-Driven Identification* (DDI) permet d'estimer les champs de contraintes à partir des mesures de champs de déformation et des résultantes d'efforts appliqués, sans postuler a priori un modèle de comportement. Elle résout un problème inverse fondé sur le principe selon lequel des déformations similaires doivent correspondre à des contraintes similaires, tout en satisfaisant l'équilibre mécanique.

Cette thèse se concentre sur le développement et la validation théorique de la méthode. Tout d'abord, une analyse mathématique et numérique rigoureuse est réalisée, comprenant l'étude du critère d'unicité, une nouvelle implémentation accompagnée d'une preuve

de convergence, et évaluation du conditionnement et de la vitesse de convergence. Ensuite, le cas des problèmes DDI mal posés est examiné, et des approches correctives sont proposées pour garantir des solutions valides et stables. Enfin, des outils pratiques et des recommandations pour une mise en œuvre robuste sont développés, constituant une référence pour de futures recherches et applications. Ces contributions établissent une base théorique solide pour la méthode DDI et renforcent la robustesse ainsi que l'applicabilité, grâce aux outils proposés et à une compréhension approfondie de ses fondements théoriques et de ses limites pratiques.

Title: Analysis of data identification and generation methods for data-driven approaches in solid mechanics

Keywords: Data-Driven methods, Material identification, Inverse problem, Full-field measurement, Alternating projection, Regularization

Abstract: The Data-Driven Identification (DDI) method estimates the mechanical response of material samples without assuming a predefined constitutive model. DDI solves an inverse problem based on the principle that similar strains should correspond to similar stresses, while ensuring mechanical equilibrium.

This thesis focuses on the development and theoretical validation of the DDI method. First, a rigorous mathematical and numerical analysis is provided, including the study of the uniqueness criterion, a new implementation with a proof of convergence, and an assess-

ment of conditioning and convergence rates. Second, the case of ill-posed DDI problems is addressed, and corrective strategies are introduced to obtain valid and stable solutions. Finally, essential tools and practical guidelines for reliable implementation are developed, providing a reference for future research and applications. These contributions establish a rigorous theoretical foundation for the DDI method, enhancing its robustness and applicability while enabling safer use through essential tools and a clearer understanding of its practical limitations.