

Master thesis and internship[BR]- Master's thesis : Development of an algorithm for the detection of discontinuities in a design of experiments: application to nonlinear systems with contact interfaces[BR]- Integration internship

Auteur : Denis, Sophie

Promoteur(s) : Nyssen, Florence

Faculté : Faculté des Sciences appliquées

Diplôme : Master en ingénieur civil en aérospatiale, à finalité spécialisée en "aerospace engineering"

Année académique : 2020-2021

URI/URL : <http://hdl.handle.net/2268.2/11501>

Avertissement à l'attention des usagers :

Tous les documents placés en accès ouvert sur le site le site MatheO sont protégés par le droit d'auteur. Conformément aux principes énoncés par la "Budapest Open Access Initiative"(BOAI, 2002), l'utilisateur du site peut lire, télécharger, copier, transmettre, imprimer, chercher ou faire un lien vers le texte intégral de ces documents, les disséquer pour les indexer, s'en servir de données pour un logiciel, ou s'en servir à toute autre fin légale (ou prévue par la réglementation relative au droit d'auteur). Toute utilisation du document à des fins commerciales est strictement interdite.

Par ailleurs, l'utilisateur s'engage à respecter les droits moraux de l'auteur, principalement le droit à l'intégrité de l'oeuvre et le droit de paternité et ce dans toute utilisation que l'utilisateur entreprend. Ainsi, à titre d'exemple, lorsqu'il reproduira un document par extrait ou dans son intégralité, l'utilisateur citera de manière complète les sources telles que mentionnées ci-dessus. Toute utilisation non explicitement autorisée ci-avant (telle que par exemple, la modification du document ou son résumé) nécessite l'autorisation préalable et expresse des auteurs ou de leurs ayants droit.

Author: Sophie DENIS
Supervisors: Dr. Florence NYSSEN
Pr. Alain BATAILLY
Pr. Jean-Claude GOLINVAL

Faculty: Applied Sciences
Section: Aerospace engineering
Academic year: 2020-2021

Development of an algorithm for the detection of discontinuities in a design of experiments

Application to nonlinear systems with contact interfaces

Abstract:

The drive towards reducing aircraft engines' aerodynamic losses has led engineers to reduce the clearances between blade tips and their surrounding casing, thereby increasing the risk of blade/casing contact interactions. Tools to accurately predict subsequent nonlinear dynamics are thus essential at design stage. Design of Experiments and the construction of surrogate models are very effective in studying complex and costly experimental blade/casing devices. Nonetheless, the convergence of surrogate models is linked to the smoothness of the response, evidencing the requirement of new approximation approaches for discontinuous responses. In this context, this report proposes a methodology to localize discontinuities in a 2D Design of Experiments inputs space in order to apply approximation methods on the smooth subdomains subsequently. First, a mesh is constructed on the inputs parameter space using a Delaunay triangulation and gradient-based indicators along with polynomial annihilation are then used as refinement indicators. The proposed methodology makes use of the Support Vector Machine to create a smooth approximation of the discontinuity location. Local improvement of the solution is finally completed. The applicability and the robustness of the proposed discontinuity localization tool are then tested on a variety of analytical models. The test cases have demonstrated satisfactory localization of closed discontinuities, multiple discontinuities in the same model, and discontinuities running partially through the domain. The numerically costly engineering model of blade/casing contact interactions is then considered and the proposed methodology is used to localize a jump in the response.

Keywords: Discontinuities localization, Blade/casing contact interactions, Nonlinear dynamics, Design of Experiments, Machine learning.



Auteur: Sophie DENIS
Superviseurs: Dr. Florence NYSEN
Pr. Alain BATAILLY
Pr. Jean-Claude GOLINVAL

Faculté: Sciences appliquées
Section: Ingénierie aérospatiale
Année académique: 2020-2021

Développement d'un algorithme pour la détection des discontinuités dans un plan d'expérience

Application aux systèmes non-linéaires avec interfaces de contact

Résumé:

La recherche de réduction des pertes aérodynamiques dans les moteurs d'avion a conduit les ingénieurs à réduire le jeu entre les aubes et le carter, augmentant ainsi les risques d'interactions entre les composants. Il est par conséquent essentiel, pendant la phase de conception du moteur, de prédire les réponses non-linéaires qui en découlent. Les plans d'expériences et les modèles d'approximation sont des outils utiles pour étudier la réponse de dispositifs expérimentaux coûteux et complexes. La convergence des modèles d'approximation étant directement liée à la régularité de la réponse étudiée, il est indispensable de développer des modèles d'approximation adaptés aux réponses discontinues, caractéristiques des comportements non-linéaires. Dans ce contexte, ce rapport propose une méthodologie permettant de localiser des discontinuités dans un plan d'expérience 2D, pour, par la suite, diviser le domaine en sous-domaines continus. De cette manière, les modèles d'approximation classiques peuvent être appliqués aux différents sous-domaines. En premier lieu, un maillage est construit sur l'espace des paramètres d'entrée, en utilisant une triangulation de Delaunay. Des indicateurs basés sur les gradients et la méthode d'annihilation polynomiale sont utilisés pour affiner ce maillage. Les Machines à Vecteurs de Support sont ensuite appliquées pour déterminer la localisation de la discontinuité dans le domaine. Une amélioration locale de la solution est finalement réalisée. L'applicabilité et la robustesse de la méthode proposée sont testées sur différents cas analytiques; ces cas d'essais ont montré des localisations de discontinuités satisfaisantes pour des discontinuités fermées, des discontinuités multiples et des discontinuités semi-traversantes. En dernier lieu, la méthode proposée est testée sur le modèle d'ingénierie coûteux des interactions aubes/carter, pour y localiser le saut présent dans la réponse.

Mots clés: Localisation de faille, Interaction aube/carter, Dynamique non-linéaire, Plan d'expérience, Machine learning.

