

Proposition de sujet de thèse

Évaluation de l'incertitude et amélioration de la qualité des modèles en identification de structures aéronautiques

Lieu : IRISA Rennes - Rentrée 2008

Équipe de recherche : Sisthem

Responsables : Laurent Mevel et Michèle Basseville (lmevel,basseville@irisa.fr)

Mots-clés : analyse des vibrations, identification, intervalles de confiance, surveillance d'intégrité, détection d'endommagements.

Objectif : Élaborer de nouvelles méthodes pour le calcul d'intervalles de confiance dans l'estimation des caractéristiques vibratoires issues de l'analyse en fonctionnement de structures mécaniques.

Sujet : L'objectif général de la thèse est de définir des méthodes de calcul de bornes de confiance dans l'estimation des paramètres structuraux issus de l'analyse en opération de structures mécaniques, et plus particulièrement des structures instrumentées dans l'industrie spatiale. Les techniques d'identification étudiées sont les méthodes d'identification par sous-espace basées sur les mesures temporelles des sorties seules, sans connaissance de l'excitation ni des entrées du système. Ces méthodes fournissent des estimateurs consistents, mais pas d'intervalles de confiance sur la qualité des résultats. La littérature est pauvre en formulations explicites pour l'expression de ces intervalles de confiance. D'autre part, des méthodes de validation existent qui permettent de mesurer l'adéquation d'un jeu de données avec un ensemble de paramètres estimés. Ces méthodes s'appuient sur une utilisation originale des techniques de détection d'endommagement présentes dans la littérature. Ces techniques permettent d'élaborer des calculs explicites pour les intervalles de confiance, ainsi que des algorithmes de recalage de modèle stochastique identifié afin *i/* d'évaluer la méconnaissance sur les modèles identifiés et *ii/* d'améliorer la qualité des modèles identifiés servant de base aux techniques classiques de recalage de modèles.

Le sujet proposé porte sur l'exploration de deux directions.

Intervalles de confiance : après une étude bibliographique sur les techniques de détection, le travail consistera à élaborer et mettre au point une algorithmique de calcul d'intervalles de confiance pour les estimées des fréquences et amortissements, puis pour les estimées des paramètres physiques (FEM). Une étude de la robustesse numérique et une comparaison avec des méthodes de la littérature seront ensuite effectuées.

Validation de modèle : après une étude bibliographique sur les techniques d'optimisation et de recalage, le travail portera sur le calcul des gradients, et la conception et le développement d'un algorithme rapide d'optimisation et de validation de modèle. La pertinence de l'approche sera évaluée sur données réelles.

Indications sur les moyens, relations avec d'autres équipes : L'équipe Sisthem possède une expérience de longue date en matière d'identification et de détection de changements pour des systèmes dynamiques paramétrés. Elle est spécialisée dans la conception et le développement de méthodes d'inférence statistique pour l'identification du comportement vibratoire et la surveillance d'intégrité de structures (génie civil, aéronautique): Projets Euréka Sinopsys, FliTE et FliTE2, projet Constructif de l'ACI Sécurité & Informatique. Notre approche est la suivante. L'identification, par analyse vibratoire, du comportement d'une structure est réalisée au moyen d'une méthode sous-espace appliquée aux matrices de covariances des seuls signaux de sortie [1] [2]. Le problème de surveillance est décomposé en deux tâches de détection et de localisation d'endommagements (ou de pannes). La première est traitée comme un problème de détection de changements dans la structure propre d'un système dynamique [3]. La deuxième repose sur l'utilisation des sensibilités des modes et déformées modales vis-à-vis des paramètres structuraux d'un modèle de conception de type éléments finis [4].

Compétences requises : Mathématiques et sciences pour l'ingénieur, ou ingénierie mathématique et informatique, ou traitement statistique du signal.

[1] M. Basseville, A. Benveniste, M. Goursat, L. Hermans, L. Mevel, H. Van der Auweraer (2001). Output-only subspace-based structural identification: from theory to industrial testing practice. *ASME Jal of Dynamic Systems Measurement and Control*, vol.123, no 4, pp.668-676.

[2] L. Mevel, A. Benveniste, M. Basseville, M. Goursat (2002). Blind subspace-based eigenstructure identification under nonstationary excitation using moving sensors. *IEEE Trans. Signal Processing*, vol.SP-50, no 1, pp.41-48. *Version préliminaire*.

[3] M. Basseville, M. Abdelghani, A. Benveniste (2000). Subspace-based fault detection algorithms for vibration monitoring. *Automatica*, vol.36, no 1, pp.101-109.

[4] M. Basseville, L. Mevel, M. Goursat (2004). Statistical model-based damage detection and localization: subspace-based residuals and damage-to-noise sensitivity ratios. *Journal of Sound and Vibration*, vol.275, no 3-5, pp.769-794. *Version préliminaire*.

[5] A. Benveniste, L. Mevel (2007). Nonstationary consistency of subspace methods. *IEEE Transactions on Automatic Control*, vol.AC-52, no 6, pp.974-984. *Version préliminaire*.

[6] M. Basseville, A. Benveniste, M. Goursat, L. Mevel (2007). Subspace-based algorithms for structural identification, damage detection, and sensor data fusion. *Journal of Applied Signal Processing, Special Issue on Advances in Subspace-Based Techniques for Signal Processing and Communications*, à paraître. *Version préliminaire*.