

Proposition de sujet de thèse

Vers de nouvelles algorithmiques pour la surveillance d'intégrité de structures

Lieu : IRISA Rennes - Rentrée 2006

Équipe de recherche : Sisthem

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

Objectif : Élaborer de nouvelles méthodes pour la conception d'algorithmes de surveillance d'intégrité, exploitant les nouvelles architectures de capteurs, de réseaux et de calcul.

Sujet : Les nouvelles architectures de capteurs, de réseaux de transmission de données et de calcul apparues ces dernières années renouvellent en profondeur la problématique de la surveillance de l'intégrité des structures civiles. D'une part, de nouvelles technologies de capteurs - e.g. laser - permettent l'accès à un état distribué, et non plus seulement à quelques degrés de liberté sélectionnés. D'autre part, le développement des réseaux sans fil permet l'enregistrement synchronisé de mesures distribuées (très grand nombre de degrés de liberté) et la surveillance à distance. Enfin, les avancées récentes en matière de calcul scientifique, et notamment le développement des grilles de calcul, permettent d'envisager des traitements des données capteurs qui soient associés à des modèles aux éléments finis multi-physiques, faisant intervenir les aspects thermiques, hydrodynamiques, et aérodynamiques qui interagissent avec la dynamique de la structure elle-même. Structuration et réduction de ces modèles aux éléments finis sont alors nécessaires pour une approche statistique à la surveillance.

Exploiter ces avancées pour la surveillance d'intégrité implique l'élaboration et la mise au point de méthodes, techniques, et algorithmes complètement différents de ceux mis en oeuvre actuellement. Le sujet proposé porte sur l'exploration d'une ou plusieurs de ces directions.

Enjeux économiques, techniques et stratégiques : Si la maîtrise du vieillissement et la surveillance de l'intégrité de l'infrastructure civile, enjeux économiques majeurs, font l'objet d'une grande effervescence scientifique à l'étranger, notamment USA, Japon, GB et Italie, y compris dans des domaines connexes (l'Automatique, par exemple), l'effort de recherche en France sur ces questions reste modéré. Les recherches en traitement avancé de l'information délivrée par les capteurs pour l'étude de la dynamique des structures, l'auscultation non destructive, la surveillance du vieillissement, le diagnostic des endommagements, sont néanmoins appelées à gagner en ampleur, notamment en raison de l'instrumentation croissante des nouveaux ouvrages.

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].

L'équipe entretient des relations soutenues avec le Service Métrologie et Instrumentation du LCPC (Laboratoire Central des Ponts et Chaussées) et le Laboratoire Mécanique des Sols, Structures et Matériaux (LMSSMat) de l'École Centrale Paris, au sein du projet Constructif.

Par ailleurs, des activités majeures en supervision de systèmes distribués d'une part, et d'autre part en matière de grilles de calcul (e.g. intégration d'une grappe de calcul dans le cadre du projet national GRID'5000, réseau d'excellence CoreGrid) sont coordonnées au sein de l'IRISA.

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

[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. *Version préliminaire.*

[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.*