

Sujet de Thèse proposé à la rentrée 2010

Proposé par : J. Assaad et E. Moulin

Tél. : 03 27 51 14 46

E-mail : Jamal.assaad@univ-valenciennes.fr, emmanuel.moulin@univ-valenciennes.fr

Groupe de recherche : TPIA (Transduction, Propagation et Imagerie Acoustique).

Nature d'activité : Mesures, étude théorique, traitement de données.

Discipline : Contrôle-santé structurel par propagation acoustique.

Intitulé du sujet : *Réseau de capteurs acoustiques passifs pour la détection, la caractérisation et le suivi d'endommagement de structures dans les systèmes de transports en cours de fonctionnement*

Description du sujet

Le besoin d'un contrôle temps-réel de l'état des structures à l'aide de systèmes fixes est un enjeu d'importance croissante dans le secteur des transports. L'objectif recherché est de réduire les coûts d'exploitation et améliorer la sécurité, en optimisant la planification des opérations de maintenance. Exemples : aéronautique (détection des délaminages, décollements, état des soudures, fissures de fatigue), ferroviaire (inspection des rails, intégrité structurelle des matériels roulants) et automobile (endommagement matériel des cartes électroniques embarquées).

L'émission et la réception d'ondes acoustiques à des fréquences ultrasonores est un moyen bien connu pour réaliser un contrôle non destructif des structures. Lorsque les émetteurs et récepteurs ultrasonores sont implantés de façon permanente et répartie sur la structure, on parle de contrôle-santé intégré (CSI). Des travaux récents [1,2] ont démontré le potentiel d'une technique originale de CSI passif basée sur la corrélation d'un champ acoustique non cohérent. Cette technique offre l'opportunité d'un contrôle sur site, quasi temps-réel, dans toutes les situations où un bruit acoustique ambiant compatible avec l'application existe. Or, un dénominateur commun à tous les modes de transports précédemment cités est que les sources acoustiques "naturelles" ne manquent pas (bruit de roulement roue/rail ou pneu/chaussée, couplages aéroacoustiques, frottement aérodynamiques, moteurs,...). En outre, puisqu'un réseau de récepteurs acoustiques suffit (pas d'émetteur acoustique de puissance, contrairement aux méthodes CSI plus classiques), il s'agit d'une technique basse consommation permettant d'envisager un déploiement à grande échelle.

Par nature même, les caractéristiques propres à ce type de sources sont instationnaires (temporellement, spectralement et/ou spatialement). Un point délicat pour l'application est alors de pouvoir discriminer dans les signaux reçus l'information sur les variations de propriétés de la structure (ce que l'on cherche) de l'influence des variations des caractéristiques de source. Les études précédentes ont montré qu'il était envisageable de s'affranchir de cette influence en indexant les résultats mesurés par rapport à des données de référence enregistrées au préalable dans une base de données.

Le travail de thèse proposé s'organisera suivant les tâches définies ci-dessous :

- 1 - Caractérisation du contenu spectral du champ ambiant en fonction de l'application visée. Pour des raisons évidentes (confort des passagers, des riverains et des personnels), les études actuelles sur le rayonnement acoustique dans les transports s'intéressent essentiellement aux fréquences audibles. La caractérisation des sources acoustiques ambiantes et des modes de propagation dans les structures à contrôler, dans la gamme de quelques dizaines à quelques centaines de kHz, devra donc constituer une première phase de ce travail.
- 2 - Etudes théoriques sur la propagation acoustique diffuse dans les structures concernées. Ces études devront permettre de caractériser les propriétés du champ ambiant, sa répartition dans la structure et son interaction avec les endommagements. Les résultats qui en sont attendus sont un certain nombre d'éléments quantitatifs sur le placement optimal des capteurs.
- 3 - Construction des bases de données de signatures acoustiques des caractéristiques de sources et des "états de référence" (sur structure avant endommagement) correspondants. On cherchera notamment à réduire au maximum la quantité d'information à stocker, tout en conservant la possibilité de trier les données de mesure par comparaison avec les éléments de ces bases de données (voir point suivant).
- 4 - Proposition, test et calibration des algorithmes de classification. A partir de données de simulation tout d'abord, puis de données expérimentales. Ces algorithmes seront appliqués à l'identification des caractéristiques de sources et au diagnostic sur l'état d'endommagement.