

Reconstruction de déformées modales par analyse de données spatio temporelles (video) de structures en vibration

Niveau M2 (6 mois à partir de mars 2015)

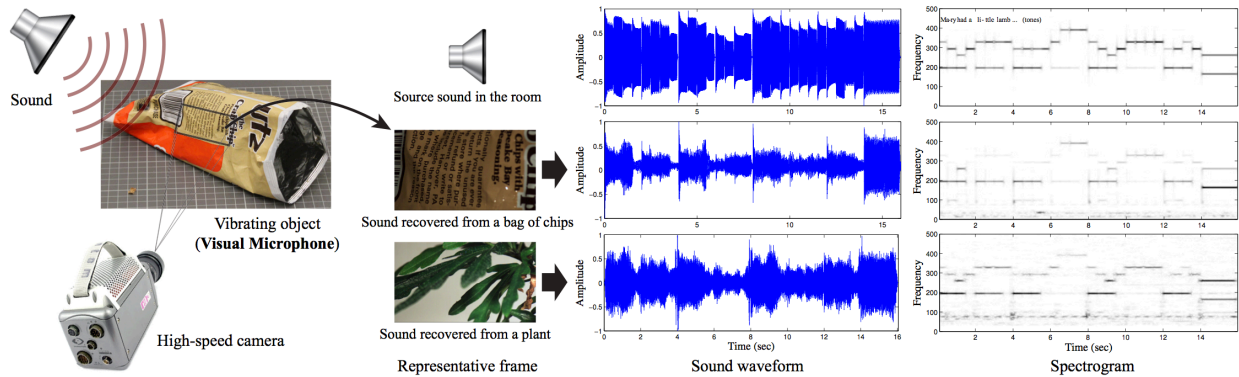
Dr Joseph Morlier, ISAE

<http://personnel.isae.fr/joseph-morlier/>

L'analyse modale expérimentale traditionnelle nécessite la connaissance des forces d'excitation et des déplacements mesurés pour estimer les paramètres modaux d'une structure. Au laboratoire nous avons utilisé un algorithme de suivi de mouvement (KLT motion tracking) pour extraire des mouvements de structures en vibration [0]. L'analyse modale opérationnelle (OMA) n'est pas contrainte par cette exigence. Elle considère une excitation parfaitement aléatoire et estime les paramètres modaux à partir de cette hypothèse. Généralement, les structures sont soumises à une combinaison d'excitations aléatoires et harmoniques.

Il existe plusieurs méthodes d'analyse modale opérationnelle. Nous pouvons citer :

- Les méthodes basées sur la fonction de corrélation (Natural Excitation Technique ou NExT) [1-5].
- Les méthodes traitant le signal temporel directement en utilisant des méthodes auto régressive de type ARMA [6]
- Les méthodes utilisant des sous espaces [7]
- Les méthodes fréquentielles [8]



Récemment des chercheurs du MIT (Computer Science and Artificial Intelligence Lab : CSAIL) ont développé des méthodes pour amplifier le mouvement (motion magnification) sur des séquences d'images. De nombreuses applications directes (surveillance de micromouvements – activité oculaire, flux sanguin, rythme cardiaque- , pour reconstruire des signaux biomédicaux) ou indirectes (reconstruction de déformées modales [9] ou reconstruction de sons) ont ainsi vu le jour.

L'idée est d'adapter les méthodes du MIT (Eulerian Video Magnification) à la reconstruction de signaux vibratoires et d'en extraire les paramètres modaux. Des expérimentations utilisant une (ou plusieurs) caméra haute vitesse pourront être effectuées au laboratoire.

Une ouverture vers les méthodes de compressive sensing pourra être envisagée [10]

Prérequis : Traitement du signal/image, programmation, bases de mécanique (vibration) ou mécanique des structures (vibration) avec base de traitement du signal, programmation

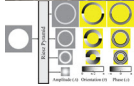
Le stage sera rémunéré (gratification mensuelle : 500 €) et effectué dans les laboratoires de l'ISAE

Références

- [0] J. Morlier and G. Michon. Virtual Vibration Measurement Using KLT Motion Tracking Algorithm. Journal of Dynamic Systems, Measurement and Control, Transactions of the ASME. 132(1). 2010
- [1] George H., and al., The Natural Excitation Technique (NExT) for Modal Parameter Extraction From Operating Wind Turbines, in SAND92-1666. 1993, Sandia National Laboratories: Albuquerque.
- [2] Mohanty, P. and D.J. Rixen, Operational modal analysis in the presence of harmonic excitation. Journal of Sound and Vibration, 2004. 270(1-2): p. 93-109.
- [3] Shen, F., and al., Using then cross-correlation technique to extract modal parameters on response-only data. Journal of Sound and Vibration, 2003. 259(5): p. 1163-1179.

- [4] Mohanty, P. and D.J. Rixen. A modified Ibrahim time domain algorithm for operational modal analysis including harmonic excitation. *Journal of Sound and Vibration*, 2004. 275(1-2):p. 375-390
- [5] Mohanty, P. and D.J. Rixen. Modified ERA method for operational modal analysis in the presence of harmonic excitations. *Mechanical Systems and Signal Processing*, 2006. 20(1): p. 114-130
- [6] M. Smail, M. Thomas and A. Lakis. ARMA models for modal analysis: effect of model orders and sampling frequency. *Mechanical Systems and Signal Processing*, 1999. 13(6): p. 925-941
- [7] Peeters, B. and G.D. Roeck, Stochastic System Identification for Operational Modal Analysis: A Review. *Journal of Dynamic Systems, Measurement, and Control*, 2001. 123: p. 659-667.
- [8] P. Verboven, P. Guillaume, B. Cauberghe, S. Vanlanduit and E. Parloo. Modal parameter estimation from input/output Fourier data using frequency-domain maximum likelihood identification. *Journal of Sound and Vibration*, 2004. 276(3-5): p. 957-979
- [9] Justin G Chen, Neal Wadhwa, Young-Jin Cha, Frédo Durand, William T. Freeman, Oral Buyukozturk, Structural modal identification through high speed camera video, *Topics in Modal Analysis I*, Volume 7, pages 191-197, Springer International Publishing, 2014.
- [10] J. Morlier and D. Bettebghor. Compressed Sensing Applied to Modeshapes Reconstruction. *Proceedings of Proceedings of the 30th IMAC, A Conference on Structural Dynamics* p.1-8 2012

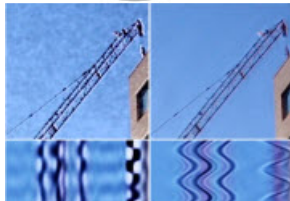
Références MIT : <http://people.csail.mit.edu/mrub/>



Abe Davis, Michael Rubinstein, Neal Wadhwa, Gautham Mysore, Fredo Durand, William T. Freeman
 The Visual Microphone: Passive Recovery of Sound from Video
ACM Transactions on Graphics, Volume 33, Number 4 (Proc. SIGGRAPH), 2014
[\[Abstract\]](#) [\[Paper\]](#) [\[Webpage\]](#) [\[BibTeX\]](#)
 Patent pending



Neal Wadhwa, Michael Rubinstein, Fredo Durand, William T. Freeman
 Riesz Pyramids for Fast Phase-Based Video Magnification
IEEE International Conference on Computational Photography (ICCP), 2014
[\[Abstract\]](#) [\[Paper\]](#) [\[Tech report\]](#) [\[Webpage\]](#) [\[BibTeX\]](#)
 Patent pending
 CVPR 2014 Best Demo Award
 Michael Rubinstein
 Analysis and Visualization of Temporal Variations in Video
 PhD Thesis, Massachusetts Institute of Technology, Feb 2014
[\[Abstract\]](#) [\[Thesis\]](#) [\[Webpage\]](#) [\[BibTeX\]](#)
 George M. Sprowls Award for outstanding doctoral thesis in Computer Science at MIT



Neal Wadhwa, Michael Rubinstein, Fredo Durand, William T. Freeman
 Phase-based Video Motion Processing
ACM Transactions on Graphics, Volume 32, Number 4 (Proc. SIGGRAPH), 2013
[\[Abstract\]](#) [\[Paper\]](#) [\[Webpage\]](#) [\[BibTeX\]](#)
 Patent pending