

Traitement de vidéo haute vitesse pour le diagnostic de structure tournante

Etablissement:	<i>Université Jean Monnet (Saint Etienne, 42)</i>
Laboratoire d'accueil	<i>LASPI EA3059. (à Roanne, 42)</i>
spécialités	<i>Information, Signal, Mécanique</i>
Directeur de thèse Et co-encadrant	<i>Pr. François GUILLET Dr. Hugo ANDRE Dr. Frédéric BONNARDOT</i>
Contact	<u>hugo.andre@univ-st-etienne.fr</u>
Début de la thèse	<i>06 septembre 2021</i>
Date limite de candidature	<i>25 avril 2021</i>

Sujet de thèse

Si traditionnellement, la surveillance vibratoire de machine tournante repose sur la combinaison de plusieurs instruments de mesure dédiés (accéléromètres, codeurs, jauges de contrainte, vibromètre, microphone...), cette thèse vise à diagnostiquer un tel système à partir d'une caméra uniquement.

De premiers travaux ont proposé des méthodes permettant de révéler les vibrations animant divers objets statiques en utilisant une caméra rapide [1]. Ces travaux reposent sur les techniques d'amplification de l'image qui combinent les faibles fluctuations simultanément observées par plusieurs pixels. D'autres travaux montrent qu'il est possible d'extraire les propriétés mécaniques (analyse modale) d'objets « statiques » en utilisant des caméras hyper rapides [3] et présentent l'analyse vidéo comme un concurrent potentiel aux techniques traditionnelles de mesure. Le LASPI a récemment pris le contrepied de ces résultats en publiant des travaux présentant une méthode de diagnostic mécanique reposant sur l'utilisation de la caméra embarquée d'un smartphone [4]. Ces travaux ont montré que certaines informations connues a priori sur le mouvement de la structure peuvent, sous certaines conditions, permettre de contourner la limite de Shannon Nyquist pour de telles caméras basse fréquence. A ce jour, l'analyse des propriétés mécaniques d'une structure tournante n'a pas encore été étudiée.

Cette thèse vise à développer un système de surveillance de structure mécanique tournante à partir de l'analyse d'une série temporelle d'images. Ces travaux, dans la continuité de ceux présentés ci-dessus, visent à combiner les outils de traitement des signaux cyclo-stationnaires (adaptés aux machines tournantes) avec les outils de traitement de données spatiotemporelles (adaptés aux processus vidéo). Le procédé développé dans cette thèse sera mis à l'épreuve sur un banc d'essais quasi-statique (sans rotation) et un banc d'essais dynamique (rotatif) développé en partenariat avec le LaMCoS (INSA-Lyon).

Malgré un TRL encore relativement bas, ce projet fait échos aux besoins exprimés dans plusieurs secteurs industriels. On peut mentionner les turbines aéronautiques, ou électrogènes (centrales), dont les aubes tournant à très haute vitesse sont actuellement surveillées par des réseaux de fragiles jauges de contraintes ou de coûteux capteurs tip-timing. Les pales d'éoliennes sont quant à elle inspectées par des cordistes, ou au mieux par des images prises à l'arrêt. Nous disposons de solides contacts dans ces domaines et sommes assurés de valoriser ces premiers développements.

[1] Davis, Myers Abraham, Visual vibration analysis. PhD Thesis, Massachusetts Institute of Technology, Department of Electrical Engineering and Computer Science, 2016.

[2] Wadhwa, Neal, Revealing and Analyzing Imperceptible Deviations in Images and Videos, Massachusetts Institute of Technology, Department of Mathematics, 2016.

[3] Jaka Javh, Janko Slavič, Miha Boltežar, High frequency modal identification on noisy high-speed camera data, Mechanical Systems and Signal Processing, Volume 98, 2018, Pages 344-351.

[4] H. André, F. Bonnardot et al, Using a smartphone camera to analyze rotating and vibrating systems: Feedback on the SURVISHNO 2019 contest, Mechanical Systems and Signal Processing, Volume 154, 2021,

Profil du candidat

Le candidat devra présenter un attrait prononcé pour le traitement du signal et en particulier le traitement de données spatiotemporelles. Des compétences en mécanique (vibrations des structures) seraient un plus. Il doit être familier du langage Python, et à l'aise vis-à-vis des études expérimentales. Enfin, il doit présenter une appétence pour le travail collaboratif dans la mesure où il collaborera avec des collègues d'autres laboratoires (le LaMCoS de l'INSA Lyon Co développe le volet expérimental de la thèse).