Corrélation d'Images Numériques espace-temps: Application à l'analyse modale

J.-C. Passieux[1], J.-N. Périé[1] and R. Bouclier[2]
[1] ICA, Université de Toulouse, CNRS-INSA-ISAE-UT3, Toulouse, fr.
passieux@insa-toulouse.fr; jean-noel.perie@iut-tlse3.fr
[2] IMT, Université de Toulouse, CNRS-INSA-UT1-UT2-UT3, Toulouse, fr.
bouclier@insa-toulouse.fr

Les essais dynamiques sont souvent instrumentés par des accéléromètres, des jauges ou des vibromètres laser en raison de leur excellente résolution de mesure. Cependant, dans un contexte de validation et de dialogue avec les simulations, ces outils fournissent une quantité relativement faible de données ponctuelles par rapport à l'abondance des données issues des simulations par éléments finis. En conséquence, l'instrumentation de tests dynamiques basés sur la Corrélation d'Images Numériques (CIN) semble être une technique de plus en plus crédible, car (a) elle est sans contact (pas de modification de la dynamique de la structure analysée) et (b) elle mesure de façon synchrone de nombreux points, voire un véritable champ de déplacement 3D qui peut être exprimé sur le même maillage que celui utilisé pour la simulation EF. L'inconvénient est que la résolution de mesure n'est, en général, pas comparable à celle des outils mentionnés ci-dessus [1]. Une attention particulière doit donc être accordée la propagation du bruit et à la réduction des incertitudes de mesure lorsqu'on élabore une nouvelle méthode CIN dans ce contexte.

L'approche classiquement utilisée en analyse modale à partir de mesure CIN est en fait une approche en deux temps: d'abord une mesure de déplacements/vitesses est réalisée de façon incrémentale tout à fait classiquement, puis dans un second temps, on effectue une analyse modale expérimentale classique également en effectuant possiblement de dérivées temporelles des mesures CIN [1].

Dans ce travail, nous proposons d'intégrer ces deux étapes pour mesure le mode directement à partir des images, sans passer par une mesure temporelle intermédiaire. Plus précisément, la méthode part d'une formulation spatio-temporelle de la CIN [2]. Ensuite, le déplacement est recherché en tant que somme du produit des fonctions séparées d'espace et de temps sur l'intervalle de temps entier. Cela peut être vu comme une extension au domaine spatio-temporel de la méthode de PGD proposée précédemment en CIN [3] où les dimensions de l'espace étaient séparées de la même manière.

Dans cette application, on étudie le cas des vibrations sous excitation harmonique [4]. Une approximation PGD de rang 1 avec une évolution sinusoïdale est donc considérée pour la représentation séparée. Pour illustrer les performances de la méthode, nous comparons les résultats issus de la méthode proposée à cette de l'approche en deux temps. Nous observons que cette approche en deux étapes propage et étale le bruit au lieu de le réduire (voir la figure 1 (en haut)). A l'inverse, la résolution intégrée que l'on propose permet d'atténuer considérablement le bruit (voir Fig. 1 (en bas)). Ces résultats démontrent que la méthode de type intégré proposée agit comme une technique de régularisation en espace par régularisation de l'évolution temporelle. Lors de la présentation, des applications plus complexes seront traitées telles que les mesures de forme en mode 3D à l'aide de la fonction FE-DIC stéréo [3].

REFERENCES

[1] M.N. Helfrick, C. Niezrecki, P. Avitabile, T. Schmidt. 3D digital image correlation methods for full-field vibration measurement. *Mechanical Systems and Signal Processing*, **25**:917-927, 2011.

[2] G. Besnard, S. Guerard, S. Roux, F. Hild. A space-time approach in digital image correlation: Movie-dic. *Optics and Lasers in Engineering*, **49**:71-81, 2011.

[3] J.C. Passieux, J.N. Périé. High resolution digital image correlation using Proper Generalized Decomposition: PGD-DIC. *International Journal for Numerical Methods in Engineering*, **92**:531-550, 2012.

[4] J.C. Passieux, R. Bouclier, J.N. Périé. A space-time PGD-DIC algorithm: Application to 3D mode shapes measurements. *Experimental Mechanics*, In Press, 2018.

[5] J.E. Pierré, J.C. Passieux, J.N. Périé. Finite element stereo digital image correlation: framework and mechanical regularization. *Experimental Mechanics*, **53**:443-456, 2017.

toto