

CORRELI^{STC}

Introduction

Les simulations numériques sont aujourd'hui largement utilisées pour prédire le comportement mécanique de structures complexes. Elles s'appuient sur des modèles de comportement issus des récentes avancées de la recherche académique. Du point de vue industriel, il est clairement établi que ce type de modèle est indispensable pour la prédiction de la ruine d'une structure en vue de la validation du design et de la certification via une approche numérique, et donc, de se passer des crash-tests ou des tests de tenue de charge coûteux et long à mettre en œuvre. Il est alors nécessaire de valider les modèles de comportement par des techniques expérimentales et de traitement de données permettant de mesurer à moindre coût les grands degrés pilotant les dégradations. Dans la plupart des cas, ces dégradations s'expriment par les déformations de la structure.

HOLO3 a acquis une solide expérience dans le domaine de la mesure des champs de déformations et de déplacements par des moyens optiques, qu'elle a débuté depuis la fin des années 90. Pour cette raison, le centre a été choisi dans le cadre du projet VULCOMP (voir HoloNews N° 46), pour développer les logiciels de mesure de champs de déplacements et de déformations par technique de corrélation d'image.

Mesure des déplacements 2D

L'algorithme que nous utilisons pour la mesure des déplacements 2D est issu des travaux de recherche effectués au sein du laboratoire LMT de l'ENS de Cachan. Il est basé sur le principe de corrélation d'images numériques.

Son originalité réside dans le fait que les déplacements sont calculés dans une base d'éléments finis polynomiaux de degré 1 définis sur 4 sommets, d'où le nom Correli Q4. Il permet un calcul global dans les deux directions du plan image.

Déroulement d'une mesure :



Essai de traction bi-axiale - ENS Cachan

L'éprouvette d'essai est préalablement peinte d'un mouchetis, ou motif aléatoire, si sa surface n'en est pas naturellement pourvue. Des outils d'analyse permettent d'évaluer la qualité du mouchetis et de ses attendus métrologiques en terme de résolution, sensibilité et exactitude. Cette aide permettra à l'opérateur de choisir les paramètres optimaux pour les calculs avec Correli Q4. L'éprouvette est alors placée sur le banc d'essais et y est soumise aux contraintes qui peuvent être de pression, contraction, torsion, cisaillement, ...

Une caméra est placée devant l'éprouvette et effectue une acquisition vidéo à chaque palier de chargement et durant toute la durée de l'essai. Elle est déclen-

chée soit par l'opérateur, soit par un signal provenant du banc d'essais soit à intervalles de temps réguliers. On obtient ainsi une séquence d'images décrivant le comportement de l'éprouvette sous charge.

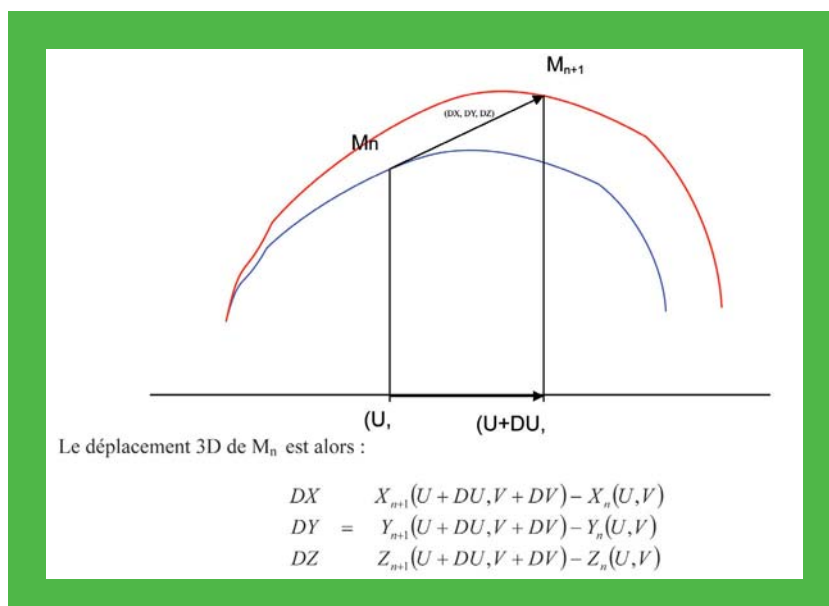
Passage à la 3 D

A partir des champs de déplacements 2D, nous avons mis au point trois capteurs pour la mesure des déplacements 3D. Chaque capteur utilise une technique de reconstruction 3D propre.

Capteur 3D à lumière structurée :

C'est le capteur habituellement utilisé à HOLO3. Il est composé d'un projecteur et d'une caméra. Les champs de déplacements 3D de la surface de l'éprouvette sont calculés à partir des champs de déplacements 2D calculés par Correli Q4 et des formes 3D mesurées par la méthode de projection de franges. La procédure de mesure consiste alors à acquérir, pour chaque palier de chargement, une image vidéo et une forme 3D.

On note (X_n, Y_n, Z_n) les coordonnées métriques 3D du point M_n de la surface de l'éprouvette au palier numéro n et (U, V) la positions du point image de M_n sur le plan CCD.



Le traitement de la séquence d'images par Correli Q4 donne pour résultats les champs de déplacements 2D d'un niveau à l'autre. Les déplacements sont exprimés en subpixels dans le plan CCD de la caméra selon les deux axes de coordonnées pixels U et V.

Entre deux paliers de chargements, le point imagé sur le pixel caméra (U, V) se sera déplacé de (DU, DV), ses nouvelles coordonnées subpixel sont (U + DU, V + DV).

Alors, Au palier (n+1), l'image du point M_n se formera sur le plan du CCD à la position (U+DU, V+DU) et ses coordonnées métriques seront $(X_{n+1}, Y_{n+1}, Z_{n+1})$.

Le déplacement 3D de M_n est alors :

$$\begin{aligned} DX &= X_{n+1}(U + DU, V + DV) - X_n(U, V) \\ DY &= Y_{n+1}(U + DU, V + DV) - Y_n(U, V) \\ DZ &= Z_{n+1}(U + DU, V + DV) - Z_n(U, V) \end{aligned}$$

Ce capteur est adapté aux essais quasi statiques pour lesquels on dispose, à chaque palier de chargement, du temps nécessaire au calcul de la forme 3D par projection de franges et autorise le traitement de surface à fort relief.

Capteur 3D par Stéréovision

Active : C'est le dernier né des

capteurs HOLO3, il est composé de deux caméras et d'un projecteur. Les deux caméras sont calibrées individuellement pour calculer leurs paramètres intrinsèques, puis le couple est calibré en stéréovision pour calculer les paramètres extrinsèques. Le projecteur a pour fonction de déterminer les appariements entre les pixels des deux caméras. Le déroulement d'un essai suit les étapes suivantes :

- Initialisation : On utilise le projecteur pour calculer les cartographies de phases qui serviront, par le calcul des appariements, à obtenir la première forme 3D.
- Suivi de l'essai : A chaque palier, on acquiert 2 images, une par caméra. La Corrélation, par Correli Q4 sur le plan CCD de

chaque caméra, permet de déterminer le nouvel appariement. La nouvelle forme 3D et les déplacements de la surface de l'éprouvette sont alors déduits par triangulation.

Ce capteur est adapté aux essais statiques ou dynamiques et aux éprouvettes dont la surface n'est pas plane. Les caméras utilisées sont directement pilotées par logiciel.

Capteur 3D par stéréovision Passive :

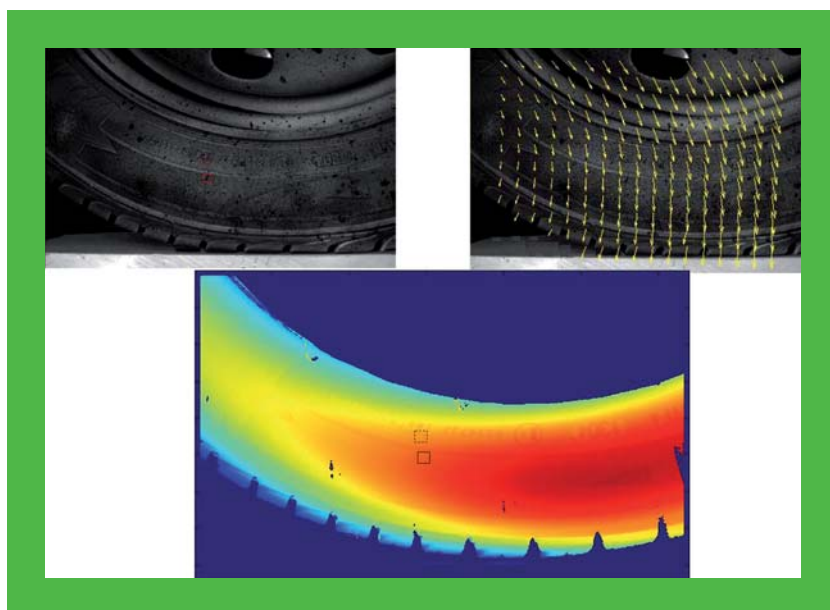
A la différence du capteur de stéréovision active, ce capteur n'utilise pas de projecteur. Il est constitué uniquement de 2 caméras calibrées individuellement et pour la stéréovision. Les appariements entre les pixels sont déter-

ZOOM minés par corrélation, avec Correli Q4, entre les images des deux caméras.

Ce capteur est particulièrement adapté aux essais dynamiques à très haute

fréquence et peut utiliser les images issues des caméras rapides.

Exemples de résultats :



VEILLE TECHNOLOGIQUE

De nombreux articles sont disponibles pour nos fidèles adhérents. N'hésitez pas à nous les demander !

N°	Titre	Résumé	Nbre de pages
081	Trois manières de mesurer le Carbone Organique Total	L'article décrit les techniques actuelles de mesure du COT (Carbone Organique Total) avec leurs avantages et leurs inconvénients.	3
082	Quantitative micro-analysis by laser-induced breakdown spectroscopy : a review of the experimental approaches	L'article fait une revue des différentes conditions d'utilisation de la technologie LIBS.	14
083	Pigment identification in paintings employing laser induced breakdown spectroscopy and Raman microscopy	La technologie LIBS, associée à la microscopie Raman permet de caractériser finement les pigments utilisés dans des peintures anciennes.	10
084	Multispectral imaging targets pressure ulcers and deep-tissue injuries	L'imagerie multi-spectrale permet une détection précoce de contusion ou d'érythème.	2
085	Producing a better pickle	L'imagerie hyperspectrale proche infrarouge permet de détecter la qualité des concombres (défauts internes et défauts de surfaces).	4
086	Spectroscopic Reflectometry is a versatile tool for quality control	L'article décrit le principe de l'analyse spectroscopique en réflexion sur une surface, qui permet d'accéder aux épaisseurs des couches minces déposées.	4

Holo3 est soutenu par :



HOLONEWS est une publication éditée par HOLO3 - Février 2009
 • Comité de rédaction : J.P. Chambard / V. Chalvidan / B. Dischli / J. Pons / M. Tazeroualti • Maquette : Alsace Media Science • Reproduction interdite sans l'autorisation d'HOLO3 • Imprimerie de Saint-Louis Troendlé Bieler

AGENDA

MANIFESTATIONS

Holo3 sera présent :

- Au salon GLASS PERFORMANCE DAYS à Tampere en Finlande du 12 au 15 juin 2009
- Au salon CONTROL à Stuttgart du 5 au 8 mai 2009
- Au congrès de Métrologie à Paris du 22 au 25 juin 2009
- Aux 16^{ème} Journées Nationales sur les Composites à Toulouse du 10 au 12 juin 2009

Holo3 a participé :

- Au salon international des machines et techniques de production du verre GLASS-TEC à Düsseldorf en Allemagne du 21 au 25 octobre 2008

AUTRES MANIFESTATIONS

- LASER MUNICH 2009 à Munich du 15 au 18 juin 2009
- 19^{ème} Congrès International « Optical Metrology » à Munich en Allemagne du 14 au 18 juin 2009



Holo3

7 rue du Général Cassagnou
 F-68300 Saint-Louis
 T : +33 (0)3 89 69 82 08
 F : +33 (0)3 89 67 74 06
 info@holo3.com
 www.holo3.com