

RECONSTRUCTION ROBUSTE A PARTIR DE MESURES DE CHAMPS PAR APPROXIMATION DIFFUSE ET REGULARISATION

Alain CIMETIERE², Pierre FEISSEL¹, Pierre VILLON¹

1 UTC, Laboratoire Roberval, UMR 6253, 60200 Compiègne, France.

2 Univ Poitiers, LMP, F-86962 Futuroscope, France.

L'identification de paramètres matériaux à partir de mesures de champs de déplacements fait partie des enjeux actuels pour le développement d'approches inverses [1]. Pour certaines approches, il est nécessaire de disposer du champ de déformations, ce qui nécessite une étape de dérivation de mesures bruitées faisant appel au filtrage des perturbations expérimentales dans la démarche. Dans ce cadre, une première étude utilisant l'Approximation Diffuse a déjà été menée [2]. La pertinence de cette approche a clairement été montrée et la méthode a été comparée à d'autres techniques [2]. Dans la mesure où le filtrage proposé ne repose sur aucune considération mécanique, on peut toutefois s'interroger sur le biais que celui-ci pourra engendrer sur les résultats d'identification.

Dans [3], il semble qu'un filtrage, sans considérations mécaniques, améliore les résultats d'identification par moindres carrés de propriétés élastiques hétérogènes. Toutefois, nous souhaitons proposer dans ce papier une approche de dérivation tenant compte d'une régularisation permettant d'obtenir des champs cinématiques plus proches de champs mécaniques. En effet, certaines méthodes de régularisation développées dans le cadre général des problèmes inverses se sont révélées particulièrement efficaces pour résoudre des problèmes mal posés, comme par exemple les problèmes inverses de Cauchy [4].

Le travail que nous proposons ici consiste à conjuguer les deux approches afin d'améliorer la reconstruction des champs de déplacements et de déformations obtenus à partir de mesures physiques. La régularisation s'appuie sur les conditions de compatibilité cinématiques et ainsi garantit de reconstruire des champs mieux régularisés d'un point de vue mécanique [4]. Plus précisément, on dispose d'un dispositif expérimental qui fournit des mesures bruitées de déplacements en chaque point d'une grille associée à une éprouvette placée sur une machine d'essais. Une première étape de filtrage et d'approximation déjà développée dans [2] nous fournit un jeu de données $\{(u_m(x_i), \varepsilon_m(x_i)), i=1, \dots, N\}$, où x_i sont les points de la grille, u_m les déplacements et ε_m les déformations en ces points. L'idée est de proposer de nouveaux champs $\{(u(x_i), \varepsilon(x_i)), i=1, \dots, N\}$ qui soient plus consistants en introduisant les conditions de compatibilité cinématique. La méthode consiste à minimiser la fonction coût suivante :

$$J(u) = \frac{\alpha}{2} \int_{\Omega} \|u - u_m\|^2 d\omega + \frac{\beta}{2} \int_{\Omega} \|d(u) - \varepsilon_m\|^2 d\omega$$

sous la contrainte

$$[\varepsilon_{11,2} - \varepsilon_{12,1}]_2 + [\varepsilon_{22,1} - \varepsilon_{12,2}]_1 = 0 \text{ presque partout dans } \Omega$$

où $u(x)$ est le champ défini partout dans Ω (=l'éprouvette où sont effectuées les mesures) à partir des valeurs nodales $u(x_i)$ par approximation éléments finis (EF) ou éléments diffus (ED), $d(u)$ et $\varepsilon = \varepsilon(u)$ sont deux opérateurs de dérivation permettant de calculer le gradient symétrique de $u(x)$. Le fait qu'on se place en 2D est lié à l'expérimentation.

Dans l'expression de la fonction coût J et des contraintes du problème, plusieurs dérivateurs interviennent et doivent être précisés. Nous pouvons noter que si tous les dérivateurs utilisés sont des dérivateurs exacts, ce qui suppose notamment les champs de déplacement reconstruits C^3 , alors la contrainte est automatiquement vérifiée. Comme dans [3], c'est le fait que le champ de déplacement ne soit pas C^3 et que les dérivateurs ne soient pas des dérivateurs exacts qui confère à la méthode son caractère régularisant.

Pour résoudre ce problème d'optimisation, il faut faire des choix sur la discrétisation et le calcul des intégrales. Pour ce qui est de la prise en compte des contraintes, on peut opter pour une forme forte ou une forme faible. Plusieurs stratégies sont présentées et comparées.

Références

[1] *Identification from measurements of mechanical fields*

S. Avril, M. Bonnet, A-S. Bretelle, M. Grédiac, F. Hild, P. Ienny, F. Latourte, D. Lemosse, S. Pagano, E. Pagnacco, F. Pierron,
Exp Mech, 48:381–402 2008.

[2] *Comparison of two approaches for differentiating full-field data in solid mechanics*

S. Avril, P. Feissel, F. Pierron, P. Villon

MEASUREMENT SCIENCE & TECHNOLOGY, Volume 21, Issue 1, Article Number: 015703 Published: 2010.

[3] *Use of diffuse approximation for strain reconstruction from full-field measurements*

M. Ben Azzouna, P. Feissel, P. Villon

ECCM 2010, Paris

[4] *A first order method for the Cauchy problem for the Laplace equation using BEM*

F. Delvare, A. Cimetière

Conference Information: Symposium of the International-Association-for-Boundary-Element-Methods, Date: JUL 10-12, 2006 Graz Univ Technol Graz AUSTRIA

Source: COMPUTATIONAL MECHANICS Volume: 41 Issue: 6 Pages: 789-796, Published: 2008