
Développement d'une méthode d'identification inverse par optimisation paramétrique metaheuristique pour l'identification de paramètres constitutifs : application aux matériaux hyperélastiques

Guilherme Bastos¹, Adel Tayeb¹, Noëlie Di Cesare^{*2}, Jean-Benoît Le Cam^{†1}, and Eric Robin¹

¹Institut de Physique de Rennes (IPR) – Université de Rennes 1, Centre National de la Recherche Scientifique : UMR6251 – France

²Institut de Recherche Dupuy de Lôme (IRDLD) – Université de Bretagne Sud, Centre National de la Recherche Scientifique : UMR6027 – France

Résumé

Les paramètres constitutifs des modèles hyperélastiques sont généralement identifiés grâce à plusieurs essais mécaniques homogènes : la traction uniaxiale, le cisaillement pur et la traction equibiaxiale. Depuis une dizaine d'année, une autre méthode d'identification a été proposée. Elle consiste à utiliser un seul essai hétérogène. Pour ce faire, une géométrie d'éprouvette à plusieurs branches est utilisée [1,2,3,4]. Cet essai génère les 3 cas de chargement cités précédemment ainsi qu'un grand nombre de cas de chargements intermédiaires. L'étude réalisée présente une nouvelle méthode numérique basée sur un algorithme d'optimisation paramétrique metaheuristique [5] permettant de retrouver les paramètres constitutifs de modèles hyperélastiques à partir de simulations par éléments finis et de mesures de champs cinématiques par une méthode de corrélation d'images numériques (CIN). La méthode employée consiste donc à (i) reconstruire les champs cinématiques par CIN à la surface d'une éprouvette à 4 branches (ii) réaliser une simulation numérique de l'essai par la méthode des éléments finis et une loi de comportement hyperélastique (iii) modifier par itération les paramètres constitutifs de ladite loi afin de recalibrer le résultat des simulations avec les champs cinématiques expérimentaux et les efforts mesurés dans les branches. La fonction coût est alors formulée comme la différence au sens des moindres carrés des champs cinématiques expérimentaux et numériques, et doit ainsi être minimisée par l'algorithme d'optimisation. L'algorithme d'optimisation utilisé est une adaptation de l'algorithme Inverse-PageRank-PSO basé conjointement sur l'algorithme d'optimisation par essaims particuliers (PSO) et l'algorithme d'intelligence artificielle PageRank utilisé par le moteur de recherche Google [6]. Cette méthode a été appliquée au modèle de comportement de Mooney [7] et sera appliquée prochainement à d'autres modèles, certains intégrant les effets de raidissement aux grandes déformations ou de viscosité. Les résultats obtenus à ce jour permettent d'obtenir des valeurs des paramètres constitutifs reproduisant la réponse mécanique de l'éprouvette en

*Intervenant

†Auteur correspondant: jean-benoit.lecam@univ-rennes1.fr

un minimum d'itérations du processus d'optimisation.

Promma, N., Raka, B., Grédiac, M., Toussaint, E., Le Cam, J.-B., Balandraud, X., and Hild, F. (2009). *International Journal of Solids and Structures*, 46, 698–715.

Guélon, T., Toussaint, E., Le Cam, J.-B., Promma, N., and Grédiac, M. (2009). *Polymer Testing*, 28, 715–723.

Johlitz, M. and Diebels, S. (2011). *Arch Appl. Mech.*, 81, 1333–1349.

Seibert, H., Scheffer, T., and Diebels, S. (2014). *Technische Mechanik*, 81, 72–89.

Dréo J., Pétrowski A., Siarry P., Taillard E. (2003). *Métaheuristiques pour l'optimisation difficile*. Eyrolles.

Di Cesare N., Chamoret D., Domaszewski M. . A new hybrid PSO algorithm based on a stochastic Markov chain model, *Advances in Engineering Software*, 2015, pp. 127-137.

Mooney M. J. *Appl. Phys.*, Vol. 11, pp. 582-592, 1940.

Mots-Clés: Identification inverse, Optimisation par essaim particulaire, hyperélasticité, Corrélation d'image digitale