

Optimisation topologique couplée d'une structure mécanique et de ses liaisons vissées

Lalaina RAKOTONDRAINIBE, CMAP Polytechnique - Palaiseau
Grégoire ALLAIRE, CMAP Polytechnique - Palaiseau
Patrick ORVAL, Technocentre Renault - Guyancourt

L'optimisation topologique est généralement appliquée à une pièce mécanique et ses liaisons à un assemblage sont supposées fixes. Cet exposé propose une autre approche de l'optimisation topologique pour laquelle les liaisons mécaniques sont des variables d'optimisation, au même titre que la structure. Le problème consiste à optimiser conjointement la structure d'une pièce, d'une part, ainsi que les positions et le nombre des liaisons mécaniques, d'autre part. Nous nous intéressons aux liaisons vissées avec un état de précontrainte. Le modèle de vis est idéalisé afin d'obtenir une représentation réaliste et peu coûteuse en termes de temps de calcul. La structure élastique est représentée par une fonction ligne de niveaux et elle est optimisée avec la méthode de variations de frontière d'Hadamard [1]. Les positions des vis sont optimisées avec un algorithme de descente de gradient paramétrique. Le nombre de vis est optimisé avec une adaptation du concept de gradient topologique [2, 3]. Cette méthode s'appuie sur un développement asymptotique qui exprime la sensibilité de la fonction objectif par rapport à la création d'une nouvelle petite vis. Cette optimisation topologique couplée (structure et vis) est implémentée sur un cas test industriel représentatif pour un problème de minimisation de volume sous contraintes. Le couplage produit de meilleurs résultats qu'une optimisation classique de la structure uniquement. En conséquence, cette approche tend à optimiser les systèmes assemblés.

[1] G. Allaire, F. Jouve, A.M. Toader, Structural optimization using sensitivity analysis and a level-set method, J. Comp. Phys., 194(1), 363-393 (2004)

[2] J. Cea, S. Garreau, P. Guillaume, M. Masmoudi, The shape and topological optimizations connection, Comput. Methods Appl. Mech. Engrg. 188, 713-726, (2000)

[3] J. Sokołowski, A. Zochowski, On the topological derivative in shape optimization, SIAM Journal on Control and Optimization, 37, 1251-1272 (1999)