

Optimisation de formes par la méthode des lignes de niveaux : application à la conception de mécanismes compliant

François JOUVE, CMAP-École Polytechnique

Houari MECHKOUR, CMAP-École Polytechnique

La conception optimale de structures destinées à la fabrication de micro-mécanismes peut être envisagée comme un problème d'optimisation de formes avec des fonctions objectifs adaptées (cf. [2] [3] [4] [5] [6]). Dans ce travail, nous présentons brièvement la méthode de lignes de niveaux (level-set), en suivant la définition donnée dans [1], puis nous en proposons une extension nouvelle de cette méthode pour des fonctions-objectif utilisées dans le domaine de la conception optimale de mécanismes compliant, dans le cas de mono-chargement.

Nous considérons un modèle mécanique d'élasticité linéarisée de solution u sur une structure mécanique Ω , avec un premier choix de fonction-objectif, un critère de moindres carrés sur l'écart à un déplacement-cible :

$$J_1(\Omega) = \left(\int_{\Omega} k(x) |u(x) - u_0(x)|^2 dx \right)^{\frac{1}{2}},$$

où u_0 désigne un déplacement-cible donné et k est une fonction bornée sur Ω servant typiquement à localiser la zone sur laquelle on désire contrôler le déplacement de la structure.

Le second choix est

$$J_2(\Omega) = - \frac{\int_{\Omega} \chi_{out}(x) (l_{out}(x), u(x)) dx}{\left(\int_{\Omega} \chi_{in}(x) |u|^2(x) dx \right)^{1/2}},$$

où χ_{in} et χ_{out} sont les fonctions caractéristiques correspondant aux domaines d'entrée et de sortie respectivement, et l_{out} est un vecteur qui détermine la direction de sortie souhaité. Le dernier choix, est la fonction objectif suivante :

$$J_3(\Omega) = - \int_{\Omega} \chi_{out}(x) (l_{out}(x), u(x)) dx.$$

Enfin, nous proposons une autre extension de la méthode level-set pour la conception optimale de mécanismes compliant avec un multi-chargement. Des exemples numériques effectués montrent l'efficacité de notre approche.

Références

- [1] ALLAIRE G., JOUVE F., TOADER A-M., *Structural optimization using sensitivity analysis and a level set method*, J. Comp. Phys., **194/1** (2004) 363-393.
- [2] ALLAIRE G., JOUVE F., *Optimal design of micro-mechanisms by the homogenization method*, European Journal of Finite Elements, **11** (2002) 405-416.
- [3] FRECKER M.I., ANANTHASURESH G.K., NISHIWAKI S., KIKUCHI N., *Topology synthesis of compliant mechanisms using multi-criteria optimization*, J. Mech. Des. Trans ASME **119/2** (1997) 238-245.
- [4] JOUVE F., MECHKOUR H., *Optimal design of compliant mechanisms using the level-set and multi-criteria optimization methods*, en préparation, (2006).
- [5] MECHKOUR H., JOUVE F., BIDARD C., ROTINAT-LIBERSA C., *Optimal design of compliant mechanisms by level-set and flexible building blocks methods*, soumis pour ASME Design Engineering Technical Conference and Computers in Engineering Conference DETC2006 (2006).
- [6] SIGMUND O., *On the design of compliant mechanisms using topology optimization*, Mech. Struct. Mach. **25** (1997) 493-524.

François JOUVE – francois.jouve@polytechnique.fr
CMAP-École Polytechnique, 91128 Palaiseau Cedex
Houari MECHKOUR – mechkour@cmapx.polytechnique.fr
CMAP-École Polytechnique, 91128 Palaiseau Cedex