

Mise en œuvre d'optimisation paramétrique globale par métamodèles à gradients au sein du logiciel Minamo

L. Laurent¹, C. Blanzé¹, T. Benamara², C. Sainvitu²

¹ LMSSC, Conservatoire National des Arts et Métiers, case 2D6R10, 2 rue Conté, 75003 Paris, France

² CENAERO Eole Building, Rue des Frères Wright 29, 6041 Gosselies, Belgique

Mots clés — optimisation, métamodèles à gradients, mécanique des structures

Fort de nombreux développements depuis de nombreuses années, l'optimisation prend une place de plus en plus marquée au sein des bureaux d'études. En effet, la réduction des temps de calcul liée à l'augmentation des performances des ordinateurs et des logiciels de calcul a permis d'intégrer l'optimisation au sein des boucles de conception et d'assister l'ingénieur dans la recherche de solutions optimales. C'est en partie dans ce contexte que la société Cenaero développe et commercialise entre autres des outils d'optimisation pour l'industrie [1].

Bien que des méthodes d'optimisation employant les gradients de la fonction objectif existent, les difficultés liées à l'obtention des gradients ont malheureusement conduit à un usage très limité de ces approches dans un contexte industriel. Néanmoins, on constate depuis une dizaine d'années l'émergence de nouvelles stratégies de calcul permettant l'obtention de gradients de qualité suffisante en un temps de calcul acceptable.

L'obtention d'optimum(s) global(ux) par le biais de stratégies « classiques » (approches méta-heuristiques de type essais particuliers par exemple) nécessite, cependant, un nombre d'appels au solveur très important engendrant un temps de calcul incompatible avec le processus de conception. C'est pourquoi des modèles de substitution [2] (aussi appelés *métamodèles*) sont couramment employés. Ils permettent de fournir des valeurs approchées de la fonction objectif à partir d'un nombre très limité de valeurs « exactes » du solveur.

Ce stage propose de se concentrer sur la mise en œuvre de métamodèles à gradients [3, 4] (de type krigeage et/ou RBF) dans le contexte de l'optimisation globale avec et sans contrainte. Un démonstrateur logiciel sera développé en partenariat avec Cenaero. Ce dernier aura la capacité de s'interconnecter avec le logiciel Minamo [5] développé par Cenaero. Le stage se déroulera selon les phases suivantes :

- réalisation d'une bibliographie sur l'emploi de métamodèles pour l'optimisation paramétrique et sur les métamodèles à gradients ;
- réalisation d'un logiciel de construction de métamodèle sans et avec gradients en langage Python ou Matlab ;
- mesure des performances d'approximation liées à la prise en compte des gradients ;
- mise en œuvre d'optimisations paramétriques avec et sans contrainte(s) à l'aide du logiciel Minamo et analyse des performances à l'aide de fonctions analytiques ;
- traitement d'un cas test d'optimisation paramétrique globale basé sur un problème mécanique.

Lieu du stage — LMSSC, CNAM Paris (2 rue Conté, 75003 Paris)

Durée — 6 mois

Profil candidat — BAC+5 (Master 2, Ingénieur mécanique...), goût marqué pour les méthodes numériques et la programmation, maîtrise de Matlab ou Python (numpy, scipy)

Date de début — mai-juin 2018

Rémunération — rémunération de stage standard (environ 550€)

Contacts — luc.laurent@lecnam.net (01 58 80 85 80)

Références

- [1] Cenaero website <http://www.cenaero.be>.
- [2] Jerome Sacks, William J. Welch, Toby J. Mitchell, and Henry P. Wynn. Design and analysis of computer experiments. *Statistical Science*, 4(4) :pp. 409–423, 1989.
- [3] L. Laurent, P. A. Boucard, and B. Soulier. Generation of a cokriging metamodel using a multiparametric strategy,. *Computational Mechanics*, 51 (2) :151–169, 2013.
- [4] Luc Laurent, Rodolphe Le Riche, Bruno Soulier, and Pierre-Alain Boucard. An overview of gradient-enhanced metamodels with applications. *Archives of Computational Methods in Engineering*, Jul 2017.
- [5] Cenaero. Multidisciplinary design optimization with minamo http://cms.horus.be/files/99936/MediaArchive/pdf/Minamo_folder.pdf.