
Master thesis and internship[BR]- Master's thesis : Evaluation of an OpenFOAM-based software for thermal topology optimisation using the continuous adjoint approach[BR]- Integration Internship

Auteur : Atceken, Seyda Nur

Promoteur(s) : Duysinx, Pierre; Terrapon, Vincent

Faculté : Faculté des Sciences appliquées

Diplôme : Master en ingénieur civil en aérospatiale, à finalité spécialisée en "aerospace engineering"

Année académique : 2021-2022

URI/URL : <http://hdl.handle.net/2268.2/14585>

Avertissement à l'attention des usagers :

Tous les documents placés en accès ouvert sur le site le site MatheO sont protégés par le droit d'auteur. Conformément aux principes énoncés par la "Budapest Open Access Initiative"(BOAI, 2002), l'utilisateur du site peut lire, télécharger, copier, transmettre, imprimer, chercher ou faire un lien vers le texte intégral de ces documents, les disséquer pour les indexer, s'en servir de données pour un logiciel, ou s'en servir à toute autre fin légale (ou prévue par la réglementation relative au droit d'auteur). Toute utilisation du document à des fins commerciales est strictement interdite.

Par ailleurs, l'utilisateur s'engage à respecter les droits moraux de l'auteur, principalement le droit à l'intégrité de l'oeuvre et le droit de paternité et ce dans toute utilisation que l'utilisateur entreprend. Ainsi, à titre d'exemple, lorsqu'il reproduira un document par extrait ou dans son intégralité, l'utilisateur citera de manière complète les sources telles que mentionnées ci-dessus. Toute utilisation non explicitement autorisée ci-avant (telle que par exemple, la modification du document ou son résumé) nécessite l'autorisation préalable et expresse des auteurs ou de leurs ayants droit.

Evaluation of an OpenFOAM-based software for thermal topology optimisation using the continuous adjoint approach

Seyda Nur Atceken

Academic supervisors: Prof. V. Terrapon & Prof. P. Duysinx

Internship supervisor: Ir. L. Fitschy

Master in Aerospace Engineering

Faculty of applied sciences, University of Liège

Academic year 2021-2022

Abstract

This thesis deals with density-based topology optimisation applied in the scope of a conjugate heat transfer problem. After an explanation of the methods of topology optimisation, the latter is specified to fluid based problems, and especially to conjugate heat transfer applications for which the density-based method is used.

The goal of the optimisation is to maximise the heat transferred to the coolant fluid while limiting the pressure drops as much as possible. A single type of design variable stands for the representation of the material distribution. Through this variable, the presence of solid will be taken into account thanks to a Brinkmann type penalisation term that is included in the flow equations. This term blocks the flow where there should be solid material. The temperature is modelled through the convection-diffusion equation which describes both conduction in the solid and convection in the fluid. As the gradient-based approach is used to perform the optimisation, the design variable can take intermediate values which leads to an unclear topology. To cope with this, a processing of the design field known under the name of the Three Field Topology Optimisation Scheme is used.

The analysis of the density-based topology optimisation is conducted on a simple conjugate heat transfer problem using the *adjointOptimisationFoam* solver of OPENFOAM. The optimisation conducted topologically proves its efficiency by increasing up to almost 200% the heat transferred to the coolant fluid, and a drastically reduced pressure drop compared to the initial configuration of the domain.

The method is then applied on the optimisation of a 3D heat exchanger subjected to a highly turbulent flow. Although the design generated by the optimisation is not converged, the method gave interesting topologies for the first optimisation cycles.

Évaluation d'un logiciel basé sur OpenFOAM pour l'optimisation topologique en thermique à l'aide de l'approche adjointe continue

Seyda Nur Atceken

Superviseurs académiques: Prof. V. Terrapon & Prof. P. Duysinx

Maître de stage: Ir. L. Fitschy

Master en Ingénierie Aérospatiale

Faculté des Sciences Appliquées, University de Liège

Année académique 2021-2022

Abstract

Cette thèse traite l'optimisation topologique basée sur la méthode de densité appliquée dans le cadre d'un problème de transfert de chaleur conjugué. Après une explication des méthodes d'optimisation topologique, celle-ci est spécifiée aux problèmes fluides, et notamment pour les applications de transfert de chaleur par convection conjuguée pour lesquelles la méthode de densité est utilisée.

Le but de l'optimisation est de maximiser la chaleur transférée au fluide caloporteur tout en limitant les pertes de charge. Un seul type de variable de conception représente la distribution des matériaux. A travers cette variable, la présence de solide sera prise en compte grâce à un terme de pénalisation qui est inclus dans les équations d'écoulement. Ce terme bloque le flux là où il devrait y avoir un matériau solide. La température est modélisée par l'équation de convection-diffusion qui décrit à la fois la conduction dans le solide et la convection dans le fluide. Comme l'approche basée sur le gradient est utilisée pour effectuer l'optimisation, la variable de conception peut prendre des valeurs intermédiaires, ce qui conduit à une topologie peu claire. Pour y faire face, un traitement du champ de conception connu sous le nom de schéma d'optimisation topologique à trois champs est utilisé.

L'analyse de l'optimisation topologique basée sur la densité est menée sur un simple problème de transfert de chaleur conjugué en utilisant le solveur *adjointOptimisationFoam* de OPENFOAM. L'optimisation conduite topologiquement prouve son efficacité en augmentant jusqu'à près de 200% la chaleur transférée au fluide caloporteur, et une perte de charge drastiquement réduite par rapport à la configuration initiale du domaine.

La méthode est ensuite appliquée sur l'optimisation d'un échangeur de chaleur 3D soumis à un écoulement fortement turbulent. Bien que le design généré par l'optimisation ne soit pas convergé, la méthode a donné des topologies intéressantes pour les premiers cycles d'optimisation.