

Travail de fin d'études et stage[BR]- Travail de fin d'études : Towards the Integration of Phase Change Behavior in Topology Optimization Problems - Bi-material mold optimization for improved solidification front propagation using FEniCS[BR]- Stage d'insertion professionnelle : Toyota Motor Europe (Bruxelles, BE)

Auteur : Houssa, César

Promoteur(s) : Tromme, Emmanuel; Fernandez Sanchez, Eduardo Felipe

Faculté : Faculté des Sciences appliquées

Diplôme : Master en ingénieur civil mécanicien, à finalité spécialisée en technologies durables en automobile

Année académique : 2024-2025

URI/URL : <https://github.com/PolyGON3/THESIS>; <http://hdl.handle.net/2268.2/23377>

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.

Information About This Master Thesis

Title Towards the Integration of Phase Change Behavior in Topology Optimization Problems

Subtitle Bi-material mold optimization for improved solidification front propagation

Author César HOUSSA

Advisor Pr. Emmanuel TROMME

Abstract Phase change processes between liquid and solid are widely used in industry for the mass production of parts using molds. Casting and injection molding allow for geometrically complex parts to be produced at scale for metals and plastics respectively. Due to the inherent physics at play during solidification, defects tend to occur at the last place to change phase, causing solidification shrinkage and porosity. Currently proposed techniques to deal with improper solidification front propagation and shrinkage inside the mold are based on the addition of material to guide the front, which leads to added weight and decreased performance.

Current efforts in casting related topology optimization integrate casting constraints and proper front propagation by modifying the shape of the part. This master's thesis studies the topology optimization of a multi material mold solution for which the part is left unmodified. Instead, the distribution of the material inside the mold is optimized in order to passively control the front propagation through the use of materials with different heat conductivity.

Heat transfer inside the mold is modeled as an unsteady heat diffusion using the finite element method. The temperature distribution is solved at each time step using the Python interface of FEniCS. The latent heat of fusion of the molten material is modeled using the apparent heat capacity method. The material properties of the two mold materials are chosen with either *high* or *low* conductivity. The distribution is optimized using GCMMA, the gradients are computed automatically using the adjoint method with the dolfin adjoint package in order to compute the sensitivity analysis. Two molds are optimized using different initial sequences, with an improved front propagation by up to 42%, and an imposed location of last solidification improved by up to 87%.

Keywords Casting mold optimization, Passive solidification front optimization, Phase change front optimization, Unsteady heat diffusion optimization