

OTIMIZAÇÃO TOPOLÓGICA DE ESTRUTURAS ATRAVÉS DE UM SOFTWARE DESENVOLVIDO EM PYTHON

Junior J.A.M.A., Rodrigues A.F.A., Gertz L.C.
Universidade Luterana do Brasil - ULBRA

Introdução

A Otimização Topológica é um procedimento matemático que realiza a distribuição de material dentro de um domínio computacional, com o intuito de se obter um melhor aproveitamento da matéria-prima, reduzindo a massa do componente ao mesmo tempo em que se procura manter, ou até mesmo melhorar as propriedades mecânicas em relação às cargas e as condições em que o componente está submetido.

Objetivo

Desenvolver um software com interface gráfica capaz de realizar a Otimização Topológica utilizando domínios computacionais em 2D e 3D com uma malha composta de elementos triangulares ou tetraédricos, através dos métodos BESO e SIMP.

Método

Para o desenvolvimento deste estudo foram definidas diversas etapas, desde a idealização do software até a obtenção dos resultados, sendo elas:

1. Definição da linguagem de programação;
2. Definição dos módulos a serem utilizados no software;
3. Implementação do Método dos Elementos Finitos para realizar análise estrutural estática;
4. Implementação dos métodos de Otimização Topológica;
5. Comparação dos resultados obtidos no programa desenvolvido com os resultados contidos na literatura.

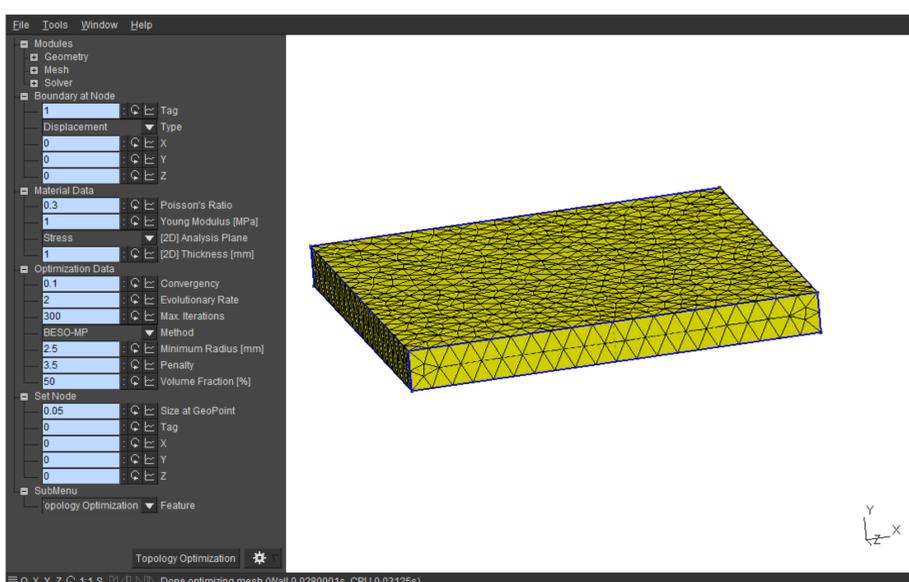


Fig. 1: Interface gráfica do módulo Gmsh modificada

Resultados

Para o desenvolvimento do software foi utilizada uma linguagem de programação de alto nível, o Python, com o auxílio de três módulos: Gmsh, NumPy, SciPy.

O principal resultado a ser comparado é o layout obtido após o procedimento da Otimização Topológica utilizando domínios computacionais e condições já apresentados na literatura, procurando identificar características em comum entre os layouts obtidos com o software desenvolvido e os layouts da literatura.

Estrutura em "L"

Na Fig. 2 é apresentado o layout obtido através do software com o método SIMP à esquerda, e o resultado obtido por Bendsøe M. P., Sigmund O. (2003) à direita.

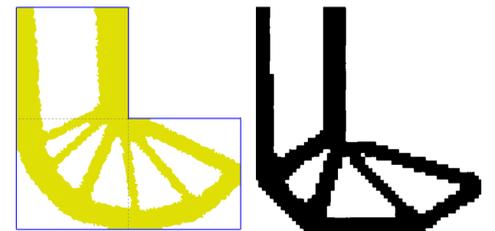


Fig. 2: Layouts obtidos para o caso de uma estrutura do tipo "L"

Viga Engastada

Na Fig. 3 é apresentado o layout obtido através do software com o método SIMP à esquerda, e o resultado obtido por Bendsøe M. P., Sigmund O. (2003) à direita.

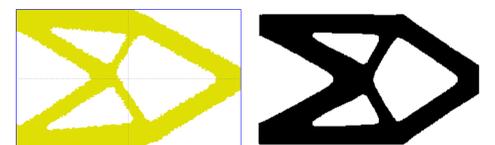


Fig. 3: Layouts obtidos para o caso de uma viga engastada.

MBB Beam

Na Fig. 4 é apresentado o layout obtido através do software com o método BESO à esquerda, e o resultado obtido por X. Huang, Y. M. Xie (2010) à direita.



Fig. 4: Layouts obtidos para o caso de uma MBB beam.

Cargas Opostas

Na Fig. 5 é apresentado o layout obtido através do software com o método BESO à esquerda, e o resultado obtido por Sigmund O. (2001) à direita.

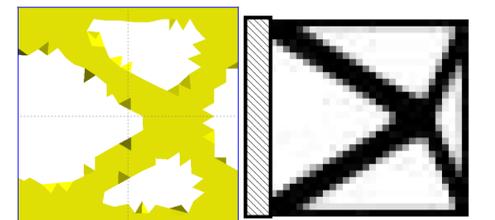


Fig. 5: Layouts obtidos com aplicação de cargas opostas.

Conclusão

O software desenvolvido é capaz de realizar o procedimento de Otimização Topológica em diversos domínios computacionais, com inúmeras combinações de condições de contorno sem ter a necessidade de modificar o algoritmo.

Na literatura é predominante a utilização de uma malha com elementos quadrangulares para a Otimização Topológica, e apesar da utilização de outros tipos de elementos foi possível obter layouts semelhantes com o software desenvolvido.

Referências

- Sigmund O. (2001) A 99line topology optimization code written in Matlab. Struct Multidisc Optim 21, 120-127. DOI 10.1007/s001580050176
- Bendsøe M. P., Sigmund O. (2003) Topology Optimization: Theory, Methods and Applications. Springer, Berlin
- Chapra S., C. Raymond. (2008) Métodos Numéricos para Engenharia – Quinta Edição. AMGH Editora Ltda. São Paulo
- Kattan P. (2008) MATLAB Guide to Finite Elements: An Interactive Approach – Second Edition. Springer, Berlin
- C. Geuzaine and J.-F. Remacle. (2009) Gmsh: a three-dimensional finite element mesh generator with built-in pre- and post-processing facilities. International Journal for Numerical Methods in Engineering, Volume 79, Issue 11, pages 1309-1331,
- X. Huang, Y. M. Xie (2010) Evolutionary Topology Optimization of Continuum Structures. Wiley, Chichester