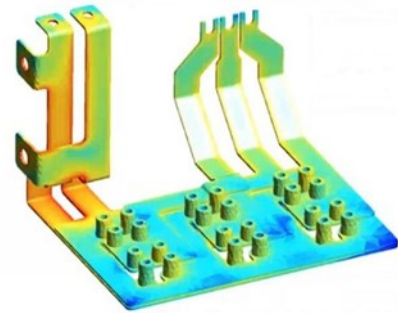


Evaluation d'une librairie de matrices H^2 pour la modélisation des dispositifs de conversion d'énergie électrique

Contexte du stage

Tous les systèmes industriels modernes reposent sur l'utilisation de l'énergie électrique et sur sa conversion par l'intermédiaire de champs électromagnétiques. Pour développer ces systèmes avec une efficacité énergétique accrue, une meilleure fiabilité et des impacts environnementaux réduits, il est aujourd'hui nécessaire d'imaginer de nouveaux outils de modélisation précis et performants. Pour résoudre ces problèmes d'électromagnétisme, les méthodes d'éléments finis de frontière sont largement utilisées car elles permettent notamment de réduire drastiquement le nombre d'inconnues par rapport aux méthodes d'éléments finis volumiques.



Modélisation d'un convertisseur d'électronique de puissance avec la plateforme MIPSE du G2ELab

Néanmoins, ces techniques de discrétisation conduisent à des matrices pleines (contrairement aux éléments finis volumiques), ce qui peut être coûteux en terme de stockage mémoire ($O(N^2)$ pour une matrice de taille $N \times N$) et de coût de calcul pour résoudre les systèmes associés ($O(N^3)$ pour une matrice de taille $N \times N$). Le format matrice hiérarchique (ou H-matrice) permet de réduire la complexité du stockage et de l'arithmétique à des coûts quasi-linéaires ($O(N \log(N))$) en exploitant des propriétés du problème à résoudre. Ce format a notamment été mis en œuvre dans les laboratoires [G2ELab](#) (Grenoble) et [Laplace](#) (Toulouse). Pour aller plus loin, il existe également une sous-classe de ces H-matrices dites H^2 -matrices qui donne même des complexités linéaires (en $O(N)$) pour de larges classes de problèmes.

Objectif du travail

Le stagiaire (avec notre aide) devra évaluer la librairie H2-Lib (<https://github.com/H2Lib>) implémentant le format H^2 -matrices et les opérations arithmétiques associées sur des problèmes de génie électrique. Il commencera par un problème canonique d'électrostatique où il pourra comparer la librairie aux méthodes proposées dans la plateforme [MIPSE](#) du G2ELab. Une fois cet exemple validé, il considérera l'utilisation de la librairie H2Lib avec une formulation intégrale étudiée par le G2ELab pour un problème de courants de Foucault.

Note

Ce stage s'effectuera en lien avec le projet ANR TensorVIM financé par l'Agence Nationale de la Recherche (ANR) où sont impliqués les laboratoires Laplace et G2ELab ainsi que l'équipe Concace d'INRIA Bordeaux. D'autres stages sont proposés par les différents partenaires du projet sur des thématiques voisines et les stagiaires pourront interagir. Les stagiaires pourront poursuivre leurs travaux en thèse de doctorat avec des financements déjà acquis.

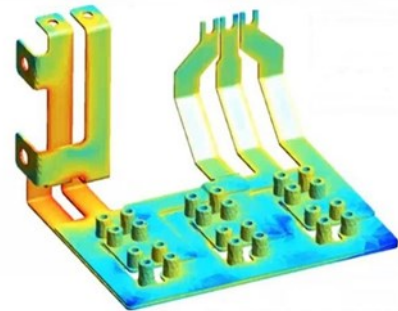
Lieu du stage : Laboratoire G2ELab (CNRS, Univ. Grenoble Alpes) à Grenoble

Contacts : Olivier Chadebec (olivier.chadebec@g2elab.grenoble-inp.fr)
Ronan Perrussel (perrussel@laplace.univ-tlse.fr)

Evaluation of a H^2 -matrix library for the modeling of electrical energy conversion devices

Context of the internship

All modern industrial systems are based on the use of electrical energy and its conversion through electromagnetic fields. To develop these systems with increased energy efficiency, better reliability and reduced environmental impacts, it is now necessary to imagine new accurate and efficient modeling tools. To solve these problems of electromagnetism, boundary finite element methods are widely used because they notably make it possible to drastically reduce the number of unknowns compared to volume finite element methods.



Modeling of a power electronics converter with the G2ELab MIPSE platform

Nevertheless, these discretization techniques lead to full matrices (unlike volume finite elements), which can be costly in terms of memory storage ($O(N^2)$ for a matrix of size $N \times N$) and computational cost to solve the systems associated ($O(N^3)$ for a matrix of size $N \times N$). The hierarchical matrix format (or H-matrix) makes it possible to reduce the complexity of storage and arithmetic at quasi-linear costs ($O(N \log(N))$) by exploiting properties of the problem to be solved. This format has notably been implemented in the G2ELab (Grenoble) and Laplace (Toulouse) laboratories. To go further, there is also a subclass of these H-matrices called H^2 -matrices which even gives linear complexities (in $O(N)$) for large classes of problems.

Aim of the work

The intern (with our help) will have to evaluate the H2-Lib library (<https://github.com/H2Lib>) implementing the H^2 -matrices format and the associated arithmetic operations on electrical engineering problems. He will start with a canonical problem of electrostatics where he will be able to compare the library to the methods proposed in the MIPSE platform of the G2ELab. Once this example has been validated, he will consider the use of the H2Lib library with an integral formulation studied by the G2ELab for an eddy current problem.

Note

This internship will be carried out in connection with the ANR TensorVIM project funded by the National Research Agency (ANR) in which the Laplace and G2ELab laboratories are involved as well as the Concace team from INRIA Bordeaux. Other courses are offered by the various partners of the project on related themes and the trainees will be able to interact. Trainees will be able to continue their work in a doctoral thesis with funding already acquired.

Training place: Laboratoire G2ELab (CNRS, Univ. Grenoble Alpes) à Grenoble

Contacts: Olivier Chadebec (olivier.chadebec@g2elab.grenoble-inp.fr)
Ronan Perrussel (perrussel@laplace.univ-tlse.fr)