



Iterative Trefftz method for three-dimensional electromagnetic waves simulation

Méthode itérative de Trefftz pour la simulation d'ondes électromagnétiques en trois dimensions

Soutenance de thèse – Margot Sirdey
19/12/2022 à 15h
Université de Pau et des Pays de l'Adour

La soutenance aura également lieu en visioconférence via zoom. Pour recevoir le lien de connexion, veuillez contacter margot.sirdey@onera.fr ou sebastien.pernet@onera.fr

Devant le jury composé de :

DESPRES Bruno	Université la Sorbonne	Rapporteur
LANTERI Stéphane	INRIA – ATLANTIS	Rapporteur
BARUCQ Hélène	INRIA – MAKUTU	Examineur
GIRAUD Luc	INRIA – HiePACS	Examineur
IMBERT-GERARD Lise-Marie	Université d'Arizona	Examineur
TORDEUX Sébastien	INRIA – MAKUTU, UPPA	Directeur de thèse
PERNET Sébastien	ONERA	Co-Directeur de thèse

Résumé

La simulation d'ondes électromagnétiques en trois dimensions intervient dans de nombreuses applications civiles et militaires et met très souvent en jeu la résolution de très grands systèmes linéaires. La mémoire nécessaire pour la factorisation LU de la matrice croît très rapidement avec la taille du domaine de calcul de telles sortes que les méthodes de type EF ou GD classiques sont inutilisables. Cela conduit naturellement à employer une méthode itérative. Dans cette thèse, nous développons GoTEM3, un solveur Trefftz itératif HPC basé sur des espaces de Krylov.

Les méthodes de Trefftz peuvent être interprétées comme des méthodes de Galerkin Discontinues dont les fonctions de base sont des solutions locales des équations aux dérivées partielles étudiées. Les formulations variationnelles Trefftz sont présentées sous le point de vue de formes consistantes ou de traces numériques. Ces dernières sont obtenues alternativement, pour les milieux homogènes, par un solveur de Riemann, et dans le cas général des milieux hétérogènes, par un problème de Cessenat-Després ou upwind. Elles conduisent toutes à des formulations équivalentes et coercives. Un algorithme itératif reposant sur l'UWVF de Cessenat-Després mène à un problème de point fixe dont la matrice est contractante. Toutefois, cette propriété n'est parfois plus vérifiée numériquement à cause des erreurs d'arrondis. Nous mettons alors en place un solveur GMRES et un solveur de type Krylov Galerkin dans GoTEM3. Les fonctions de base employées sont des ondes planes et peuvent devenir linéairement dépendantes numériquement. Un nouveau préconditionneur global, au sens où il implique les trois dimensions du domaine, permet d'obtenir une solution numérique précise avec nettement moins d'itérations qu'un préconditionneur de Cessenat-Després. L'amélioration du conditionnement passe aussi par une stratégie de réduction de la base d'ondes planes, conduisant à des diminutions du temps d'exécution et du coût mémoire. Ce dernier aspect est particulièrement optimisé avec un désassemblage de la matrice, rendu possible grâce au caractère cartésien du maillage. Ainsi, GoTEM3 simule les ondes électromagnétiques sur des domaines contenant plus d'un milliard de degrés de liberté.

Mots clés

Equations de Maxwell, Haute fréquence, Méthode de Trefftz, Méthode itérative, Ondes planes, Espace de Krylov, GMRES, Préconditionnement, Réduction de base. Désassemblage.