

CEMRACS 2016

Projet ParMat : Parallélisme et langages de haut niveau (Matlab, Python), Application à la résolution des équations de Stokes.

- François Alouges, CMAP, Ecole polytechnique,
- Matthieu Aussal, CMAP, Ecole polytechnique,
- Nicole Spillane, CMAP, Ecole polytechnique,
- Emile Parolin, CMAP, Ecole polytechnique,
- Martin Averseng, CMAP, Ecole polytechnique,
- Marc Tajchman, CEA, Saclay (à confirmer).

Résumé. Le but de ce projet est double. Il s'agit tout d'abord d'étudier les techniques de parallélisme qu'offrent les langages de haut niveau (Matlab et Python) afin de les utiliser dans des codes de calcul par éléments finis. Ensuite nous souhaitons également comprendre comment les méthodes de décomposition de domaine peuvent s'appliquer à des problèmes résolus par équations intégrales. L'accent sera mis sur la résolution des équations de Laplace et de Stokes en domaine extérieur.

1 Contexte scientifique

Le Centre de Mathématiques Appliquées de l'Ecole polytechnique développe depuis quelques années un code de calcul multiphysique utilisant la méthode des éléments finis dans un contexte d'équations intégrales pour résoudre des problèmes aussi différents que la diffraction acoustique ou électromagnétique, le calcul de fonctions propres ou bien le potentiel de gravitation dans l'espace entier.

Le code intègre la plupart des méthodes de compression pour les noyaux intégraux (FMM, \mathcal{H} -matrices, assemblage BEM classiques et SCSD) et se révèle à l'usage relativement performant. Il existe actuellement en deux versions, une, MyBEM, écrite en Matlab (intégrant quelques routines Fortran sous la forme de fichiers .mex), et l'autre, PyBEM, est écrite en Python.

Sous sa forme actuelle, le code est capable de calculer la solution d'un problème de diffraction d'onde acoustique ou électromagnétique, comptant un million d'inconnues en quelques heures sur une machine relativement standard (typiquement 8 cœurs et 128 GB de Ram).

Récemment, MyBEM a été étendu pour résoudre les équations de Stokes, afin de simuler des problèmes de formage de verre. Même si la technique adoptée fonctionne, tout est beaucoup plus compliqué que pour les problèmes scalaires puisque les noyaux de convolutions sont matriciels et coûteux à calculer. Il convient donc d'essayer d'utiliser des méthodes de parallélisme pour pouvoir résoudre ces questions.

Nous souhaiterions explorer quatre pistes dans ce contexte :

- L'utilisation des commandes de parallélisme (parfor, spmd, etc.) pour paralléliser sur un nœud de calcul ;
- La parallélisation sur plusieurs nœuds (en utilisant la MDCS) ;
- La parallélisation sur GPU ;
- Enfin, du côté algorithmique, nous souhaiterions explorer des pistes de décomposition de domaine.

Le but du projet que nous proposons consiste à étudier tout ou partie de ces pistes.

2 Participants

François Alouges est Professeur de Mathématiques Appliquées à l'Ecole polytechnique. Il dirigera le projet.

Nicole Spillane est chercheuse au CMAP à l'Ecole polytechnique. Elle est spécialisée en décomposition de domaines.

Matthieu Aussal est ingénieur de recherche au CMAP à l'Ecole polytechnique. Il est expert en équations intégrales et en programmation Matlab.

Emile Parolin est ingénieur de recherche au CMAP à l'Ecole polytechnique. Il est expert en équations intégrales et en programmation Python.

Martin Averseng est en stage de M2 au CMAP à l'Ecole polytechnique sous la direction de F. Alouges. Il commencera une thèse sous sa direction à partir du mois de septembre.

Marc Tajchman est ingénieur au centre de recherches du CEA Saclay. Il est expert en développement de codes en environnement parallèle (présence à confirmer).