

Sujet : Optimisation de l'équilibrage d'une application couplée à grande échelle

Responsables : Aurélien Esnard, Florent Duchaine

Courriels : aurelien.esnard@inria.fr ; florent.duchaine@cerfacs.fr

Présentation du sujet :

Dans le contexte du calcul scientifique haute-performance (HPC), l'équilibrage de la charge est un problème crucial qui permet de répartir le travail d'une simulation numérique parallèle entre différents processeurs, afin de minimiser le temps global d'exécution. Ce problème étant déjà bien étudié, la stratégie la plus répandue consiste à modéliser le support de calcul de la simulation (en général, un maillage) à l'aide d'un graphe et à partitionner ce graphe en K parties. Plus précisément, le problème du partitionnement a pour objectifs : (1) d'une part, de minimiser le temps de calcul en équilibrant le poids des parties ; (2) et d'autre part, de minimiser le temps de communication en minimisant le poids des arêtes coupées entre les parties (i.e. la coupe). Ce problème étant NP-complet, nous avons recourt à des heuristiques efficaces disponibles dans des outils logiciels comme Metis ou Scotch.

De nos jours, les simulations numériques tendent à se complexifier, notamment en mixant plusieurs codes représentant des physiques différentes ou des échelles différentes. On parle alors de couplage de codes multi-physiques ou multi-échelles. L'exemple le plus fameux dans ce domaine est très certainement le cas des simulations en climatologie qui interconnectent de multiples codes modélisant les océans, l'atmosphère, les glaces aux pôles, etc. Dans ce contexte, le problème de l'équilibrage de charge devient également plus difficile, car il ne s'agit plus d'équilibrer chacun des codes séparément, mais l'ensemble de ces codes pris dans leur globalité.

Dans ce stage, il s'agit d'étudier un couplage thermique (*Conjugate Heat Transfer*) entre le code AVBP modélisant la convection d'un fluide et le code AVTP modélisant la conduction thermique dans un matériau. Le couplage AVBP-AVTP réalisé par l'équipe CFD du CERFACS sert à de nombreuses applications industrielles comme la modélisation d'une turbine à gaz. Cette application offre de bonne performance à *grande échelle* (plusieurs milliers de coeurs), néanmoins beaucoup de temps CPU est perdu du fait d'un mauvais équilibrage entre les codes, ce qui impose au code le plus lent d'attendre le code le plus rapide. L'objectif de ce stage est d'analyser les problèmes d'équilibrage rencontrés par l'équipe CFD du CERFACS et de proposer/évaluer de nouvelles stratégies de partitionnement afin d'optimiser ce couplage. Dans un premier temps, on étudiera une version simplifiée du couplage entre deux matériaux (AVTP-AVTP). Les codes AVPB et AVTP sont écrits en Fortran et utilisent la bibliothèque MPI pour communiquer.

Mot-clés : simulation numérique, parallélisme, couplage de codes, équilibrage de charge, partitionnement de graphe.

Commentaires :

Stage de 6 mois localisé à INRIA Bordeaux-Sud-Ouest (équipe HiePACS), nécessitant des déplacements plus ou moins long au CERFACS Toulouse (équipe CFD).

Références :

- Partitionneur
 - Scotch : <http://scotch.gforge.inria.fr>
 - Metis : <http://glaros.dtc.umn.edu/gkhome/views/metis>
- AVTP & AVBP

- http://www.cerfacs.fr/~cfdbib/repository/TR_CFD_09_34.pdf
- http://www.cerfacs.fr/~cfdbib/repository/TR_CFD_09_85.pdf
- http://congress.cimne.com/coupled2011/frontal/doc/Coupled11_ebook.pdf
- http://www.cerfacs.fr/~cfdbib/repository/TR_CFD_11_29.pdf
- http://www.cerfacs.fr/~cfdbib/repository/TR_CFD_10_91.pdf