

Sujet de M2 Recherche

Parallélisation MPI d'une application de calcul intensif utilisant une méthode de type ondelette

Guillaume Latu, latu@dpi-info.u-strasbg.fr
LaBRI, bureau B254A, tel: 06 31 97 08 30
équipe ICPS/LSIIT et projet CALVI/INRIA

Cadre :

Le sujet proposé ici vise à simuler numériquement l'évolution en temps d'un système physique modélisé par des équations aux dérivées partielles. Le projet dans lequel s'insère ce travail se focalise sur la physique des plasmas et des faisceaux de particules (dont un exemple important est la fusion nucléaire contrôlée). La simulation de ce système requiert le traitement d'un grand volume de données (la structure de donnée principale comporte 4 dimensions) et conduit à une masse de calculs considérable. Pour obtenir des résultats en un temps raisonnable, il est nécessaire de recourir à des architectures parallèles et d'exploiter efficacement ces ressources de calcul.

Nous nous intéressons à l'implantation de méthodes numériques de résolution de l'équation de Vlasov [1] dites *adaptatives*. Ces méthodes permettent d'éviter certains calculs en tenant compte de la précision souhaitée pour la simulation. Des algorithmes adaptatifs qui emploient des ondelettes interpolantes [2, p 221-237] ont déjà été envisagés dans un code réalisé en collaboration avec une équipe de Strasbourg. Pour que ce code soit efficace, une structure de données hiérarchique *creuse* (décrivant la fonction de distribution des particules) est utilisée. Elle permet de réduire considérablement à la fois le temps de calcul et la mémoire nécessaire au stockage. Tous les calculs sont réalisés en utilisant la structure creuse (et jamais la structure dense qui lui correspond). Ainsi, la complexité algorithmique est proportionnelle au nombre de points nécessaires au nombre de coefficients contenus dans la structure creuse. Ce code est écrit en langage C et est parallélisé avec OpenMP [3].

Objectifs :

1. Un premier objectif sera d'étudier les algorithmes et structures de données utilisées dans le code existant, ainsi que le cadre mathématique lié aux ondelettes.
2. L'étude principale concerne la parallélisation en MPI de la compression avec la méthode des ondelettes d'une fonction de distribution 4D distribuée équitablement entre tous les processeurs. Il s'agira aussi de fournir une routine de décompression parallèle. Il s'agit donc de s'inspirer de l'existant afin de trouver une nouvelle formulation MPI efficace. Vous mettrez en évidence, par des prises de temps, les performances de votre solution.
3. De plus, la parallélisation MPI des autres parties du simulateur sera étudiée.

Références

- [1] M. Campos Pinto, "Développement et analyse de méthodes adaptatives pour les équations de transport", Thèse de doctorat (2005) - <http://www.ann.jussieu.fr/~campos/these-mcp.pdf>
- [2] Nicolas Besse, "Etude mathématique et numérique de l'équation de Vlasov non linéaire sur des maillages non structurés de l'espace des phases", Thèse de doctorat (2003)-
<http://www-irma.u-strasbg.fr/annexes/publications/pdf/03025.pdf>
- [3] Parallel Vlasov solver using a Wavelet based Adaptive Mesh Refinement, Gutnic (M.), Haeefele (M.), Latu (G.) - ICPP'2005, 7th Workshop HPSEC, IEEE Computer Society Press, pages 181--188, June 2005. <http://icps.u-strasbg.fr/upload/icps-2005-160.pdf>