

Algorithmes parallèles efficaces pour l'analyse d'erreur

Mots clés :

- **Directeur de thèse** : Fabienne Jezequel
- **Co-encadrant(s)** :
- **Unité de recherche** : Laboratoire d'informatique de Paris 6
- **Ecole doctorale** : École Doctorale Informatique, Télécommunications, Électronique de Paris
- **Domaine scientifique principal**: Divers

Résumé du projet de recherche (Langue 1)

La validation numérique de codes scientifiques répond à une forte demande de la part des physiciens travaillant sur des applications réelles. Différentes méthodes de validation numérique existent. -# La notion de conditionnement de problème qui, pour un problème donné mesure l'effet sur la solution de perturbations "pas trop grandes" sur les données, est souvent appliquée à des problèmes linéaires et fournit alors un indicateur précieux sur la difficulté mathématique du problème [1,2]. Les calculs de conditionnement pour les problèmes d'algèbre linéaire sont généralement développés à partir des bibliothèques LAPACK ou ScaLAPACK. -# L'arithmétique stochastique implantée dans la bibliothèque CADNA développée au LIP6 permet d'estimer la propagation d'erreur d'arrondi dans les programmes [3-5]. La bibliothèque CADNA ne nécessite pas de modification importante dans les programmes à contrôler et fournit des informations sur la qualité numérique des résultats. Cependant ces méthodes de validation sont limitées par la non exploitation des architectures matérielles récentes (multicore, GPU) rendant ainsi difficile leur utilisation. L'objectif de la thèse est de rendre ces méthodes accessibles pour les simulations de grande taille. Il s'agit de regrouper dans un nouveau logiciel d'analyse d'erreur des fonctions de CADNA optimisées pour architectures hétérogènes et des estimateurs de conditionnement dont le coût calculatoire devra être nettement inférieur au coût de la solution. Le logiciel développé pendant cette thèse sera un premier pas vers une bibliothèque du domaine public dédiée à l'estimation d'erreur en parallèle. Ce logiciel va permettre notamment l'étude de la qualité numérique d'applications à haute performance développées à l'ONERA (Office National d'Études et de Recherches Aéronautiques) en aérodynamique et énergétique [6]. Le nombre d'opérations effectuées dans ces applications rend leur validation numérique capitale. Dans les codes de mécanique des fluides développés à l'ONERA, cette bibliothèque parallèle d'analyse d'erreur va permettre non seulement de contrôler la propagation d'erreur d'arrondi, mais aussi d'optimiser les paramètres liés à la convergence des algorithmes itératifs utilisés. Références : [1] M. Arioli, M. Baboulin, S. Gratton, A partial condition number for linear least-squares problems, SIAM J. Matrix Analysis and Appl., Vol. 29, No 2, pp. 413-433 (2007). [2] M. Baboulin, J. Dongarra, S. Gratton, J. Langou, Computing the conditioning of the components of a linear least squares solution, Numerical Linear Algebra with Applications, Vol. 16, No 7, pp. 517-533 (2009). [3] The CADNA library, <http://www.lip6.fr/cadna>. [4] F. Jézéquel, J.-M. Chesneaux, CADNA: a library for estimating round-off error propagation, Computer Physics Communications, Vol. 178, No 12, pp. 933-955 (2008). [5] J.-L. Lamotte, J.-M. Chesneaux, F. Jézéquel, CADNA_C: A version of CADNA for use with C or C++ programs, Computer Physics Communications, Vol. 181, No 11, pp. 1925-1926 (2010). [6] T.-H. Lê, J.-M. Le Gouez, E. Garnier, High accuracy flow simulations: Advances and challenges for future needs in aeronautics, Computers & Fluids, Vol. 43, 1, pp. 90-97 (2011).

Résumé du projet de recherche (Langue 2)

Les défis à résoudre au cours de cette thèse sont : -# l'optimisation des performances de la bibliothèque CADNA sur les architectures cibles, -# le développement d'une bibliothèque d'analyse d'erreur incluant la propagation d'erreurs d'arrondi et de mesure telle que proposée dans CADNA, les calculs de conditionnement pour les problèmes linéaires pour lesquels on dispose de formules de calcul ou d'estimation, -# la validation numérique d'applications à haute performance développées à l'ONERA en aérodynamique et énergétique. Sur de telles applications, on évaluera les performances de nos outils de validation numérique et on comparera les approches basées sur la propagation d'erreur stochastique et le calcul de conditionnement du problème.

Informations complémentaires (Langue 1)

Cette thèse entre dans le cadre d'une collaboration avec le LRI (Laboratoire de Recherche en Informatique, université Paris-Sud) et l'ONERA, mais aussi de collaborations avec des équipes aux Etats-Unis et au Royaume-Uni, notamment des collaborations pluri-disciplinaires qui ont pour but la validation numérique de codes de simulation en physique atomique ou en sciences de l'environnement : -# l'équipe dirigée par Jack Dongarra à "University of Tennessee (Knoxville, Tennessee, USA) qui développe les bibliothèques LAPACK et ScaLAPACK -# l'équipe dirigée par Stan Scott à "Queen's University of Belfast" (Belfast, UK) qui développe des applications en physique atomique -# les équipes dirigées par Philippe Baveye à "Rensselaer Polytechnic Institute" (Troy, New York, USA) et à "Albertay University" (Dundee, UK) qui développent des applications en sciences de l'environnement.

