

Projet de thèse

Nom et label de l'unité de recherche: LRI, Paris 11.

Nom du directeur de thèse: Joffroy Beauquier, Professeur Paris 11.

Nom du co-directeur de thèse: Laura Grigori, INRIA Rocquencourt.

Titre de la thèse: Tolérance aux fautes pour des algorithmes en calcul intensif

Abstract

Ce sujet de thèse s'inscrit dans une activité de recherche plus large qui vise à développer des algorithmes en calcul intensif robustes et scalables pour des machines massivement parallèles. L'objectif de cette thèse est de proposer des algorithmes parallèles qui permettent de tolérer des fautes, s'attachant ainsi à adresser un défi majeur en calcul haute performance.

Contexte de recherche

Les machines massivement parallèles ont des architectures très complexes, et sont formés par des milliers de processeurs multicœurs et accélérateurs. La plupart des algorithmes actuels ne sont pas capables d'exploiter efficacement ces architectures. Des défis majeures dans ce domaine sont le coût élevé des communications par rapport au coût des calculs et le taux de défaillances très élevés de ces machines peta/exaflopiques. Avec des superordinateurs composés de plus d'un million de cœurs, le temps entre deux pannes devient si important que les simulations numériques peuvent ne pas pouvoir aboutir à la solution recherchée. C'est dans ce contexte de recherche que les objectifs de cette thèse sont définis. La recherche qui sera effectuée pendant cette thèse se concentre sur le problème de tolérance aux fautes dans le cadre des algorithmes en algèbre linéaire qui minimisent les communications [3]. Des solutions à ce problème peuvent être fournies au niveau système en utilisant par exemple des points de sauvegarde et de reprise (checkpointing), cependant de telles solutions sont reconnues ne pas être scalables. Nous proposons de prendre en compte ce problème également au niveau des algorithmes numériques, lorsqu'une solution adaptée peut être proposée dans certains cas.

Description du projet

Notre objectif est de comprendre, pour certaines méthodes itératives ainsi que des noyaux de calcul associés, quels algorithmes permettent de tolérer les défaillances sans augmenter par un facteur important les besoins en mémoire ou en terme de calcul. Certaines de ces méthodes utilisent déjà des informations redondantes, et nous souhaitons utiliser ces informations pour tolérer des fautes. En plus des mécanismes de tolérance aux fautes, nous allons aussi étudier l'influence des techniques qui seront proposées sur la convergence des méthodes étudiées. Pour ces méthodes, nous allons développer des techniques pour minimiser les communications, dans l'esprit des algorithmes en algèbre linéaire dense [3].

Si il y a des solutions au niveau système qui se basent sur des points de reprise, il y a peu de résultats publiés dans lesquels la tolérance aux pannes est prise en compte directement au niveau algorithmique numérique. De telles approches sont nommées ABFT (algorithmic based fault tolerance), et pour le moment, la plupart des résultats existants ont été proposés pour la multiplication des matrices denses et certaines méthodes directes de factorisation comme LU [1]. Cependant, la tolérance aux pannes est un problème bien étudié dans la communauté du calcul distribué, où de nombreuses techniques ont déjà été établies. L'auto-stabilisation est une de telles techniques, où un algorithme est conçu de telle manière qu'il peut tolérer des défaillances, c'est à dire il produit un résultat correct en présence des pannes [2]. Un de nos objectifs est de comprendre si certaines de ces techniques déjà bien connues dans la communauté du calcul distribué peuvent être appliquées aux algorithmes numériques.

Les algorithmes développés seront testés sur des machines hiérarchiques formés par des processeurs multicoeurs. Une partie de ce travail se concentrera sur la validation des méthodes développés sur des applications réelles. A travers nos collaborations, nous allons nous intéresser en particulier à des applications pour lesquelles le temps de calcul et la taille de données sont telles qu'elles demandent l'utilisation des machines parallèles les plus performantes.

Pour postuler Veuillez contacter Joffroy Beauquier (jb@lri.fr) si vous avez des questions concernant ce sujet.

Références

- [1] Algorithm-based fault tolerance for dense matrix factorizations, P. Du, A. Bouteiller, G. Bosilca, T. Herault, J. Dongarra, Proceedings of the 17th ACM SIGPLAN symposium on Principles and Practice of Parallel Programming, 2012.
- [2] Joffroy Beauquier, Janna Burman, Shay Kutten: A self-stabilizing transformer for population protocols with covering. *Theor. Comput. Sci.* 412(33): 4247-4259 (2011).
- [3] J. Demmel, L. Grigori, M. F. Hoemmen, and J. Langou, Communication-optimal parallel and sequential QR and LU factorizations, *SIAM Journal on Scientific Computing*, Vol. 34, No 1, 2012