

Estimation de la reproductibilité numérique grâce à l'arithmétique stochastique

Fabienne Jézéquel
Laboratoire d'Informatique de Paris 6
Fabienne.Jezequel@lip6.fr

Les résultats de simulations numériques peuvent différer d'une architecture à l'autre ou même au sein d'une même architecture, s'ils sont obtenus avec des compilateurs différents. Dans les environnements séquentiels ou parallèles, différents ordres dans la suite des opérations arithmétiques peuvent entraîner différentes erreurs d'arrondi et donc des problèmes de reproductibilité numérique [1]. On peut remarquer de telles différences en particulier dans les nouvelles architectures de calcul telles les GPU (Graphics Processing Units). Néanmoins les différences dans les résultats sont parfois difficiles à expliquer : erreurs d'arrondi ou bug ?

Dans cet exposé, nous présentons les principes de l'arithmétique stochastique [2], qui permet d'estimer la propagation des erreurs d'arrondi dans les programmes. Nous montrons qu'elle peut être utilisée pour identifier dans les résultats de simulation les chiffres qui diffèrent d'un environnement à l'autre du fait des erreurs d'arrondi. Nous décrivons la bibliothèque CADNA¹ qui implémente l'arithmétique stochastique et en particulier une version de CADNA qui permet le contrôle de la qualité numérique dans les environnements hybrides CPU-GPU [3, 4]. L'estimation de la reproductibilité numérique grâce à l'arithmétique stochastique est illustrée par un code de propagation d'ondes dont les résultats peuvent différer selon l'architecture utilisée.

Références

- [1] Fabienne Jézéquel, Philippe Langlois, and Nathalie Revol. First steps towards more numerical reproducibility. In J. S. Dhersin, editor, *ESAIM (European Series in Applied and Industrial Mathematics) Proceedings and Surveys*, volume 45, page 229–238, September 2014.
- [2] J. Vignes. Discrete Stochastic Arithmetic for validating results of numerical software. *Numerical Algorithms*, 37(1–4) :377–390, December 2004.
- [3] F. Jézéquel and J.-M. Chesneaux. CADNA : a library for estimating round-off error propagation. *Computer Physics Communications*, 178(12) :933–955, 2008.
- [4] F. Jézéquel and J.-L. Lamotte. Numerical validation of Slater integrals computation on GPU. In *The 14th GAMM-IMACS International Symposium on Scientific Computing, Computer Arithmetic and Validated Numerics (SCAN'10)*, pages 78–79, Lyon, France, September 2010.

1. <http://www.lip6.fr/cadna>