

Vérification de programmes quantiques par interprétation abstraite

Mots clés : Programmation quantique, Méthodes Formelles, Interprétation Abstraite, Quipper

Cadre du stage

Le CEA LIST est un centre de recherche technologique sur les systèmes à logiciel prépondérant qui mène ses recherches en partenariat avec les grands acteurs industriels (nucléaire, automobile, aéronautique, défense et médical) pour étudier et développer des solutions innovantes adaptées à leurs besoins. Au sein du CEA LIST, le Laboratoire Sûreté des Logiciels (LSL), localisé à Saclay (Région parisienne), développe les outils d'aide à la validation et à la vérification de logiciels dans les domaines des systèmes embarqués critiques et de la cybersécurité.

Objectifs du stage

Avec l'intérêt croissant dans l'usage des algorithmes quantiques pour résoudre des problèmes concrets, plusieurs langages de programmation quantique de haut niveau (QPL) ont été conçus pour réduire la distance entre les algorithmes quantiques et les machines quantiques, par exemple, Quipper¹ [2]. Cependant, la programmation quantique reste délicate et ces programmes quantiques sont difficiles à écrire correctement. En effet, la détection et la correction d'erreurs de conception dans un programme est plus difficile dans les programmes quantiques que dans les programmes classiques. Le coût de la simulation des programmes quantiques, la nature probabiliste des mesures et l'impossibilité de mesurer en milieu d'exécution sont des facteurs qui rendent cette tâche plus complexe. Pour compenser ces inconvénients, l'analyse statique des programmes quantiques promet d'apporter des solutions.

L'objectif du stage est d'explorer les possibilités qu'offrent les méthodes formelles, et en particulier l'*interprétation abstraite* [1] pour l'analyse de programmes quantiques.

Le stage débutera par une adaptation des travaux existants sur l'analyse d'intrication quantique [3] à un sous-ensemble de Quipper. A partir de cette implémentation, le stage s'orientera ensuite sur une recherche prospective pour identifier de nouvelles classes de propriétés intéressantes sur ces programmes. Il pourra s'agir de propriétés de bonne construction des circuits quantiques ou de *propriétés fonctionnelles* des algorithmes quantiques.

Application

- **Profil :** Étudiant niveau M2 ou en troisième année d'école d'ingénieur
 - Connaissances d'au moins un langage fonctionnel (Haskell, Ocaml, ...)
 - Expérience en vérification, compilation ou informatique quantique souhaitée
 - Appétence pour les mathématiques et intérêt pour la physique quantique, mais aucun prérequis n'est nécessaire
- **Durée :** 5 à 6 mois
- **Conditions :** stage indemnisé, aide au logement possible, transports CEA en Île-de-France.
- **Encadrement :** Valentin Perrelle valentin.perrelle@cea.fr, Sébastien Bardin sebastien.bardin@cea.fr et Benoît Valiron benoit.valiron@lri.fr

Les délais administratifs de recrutement au CEA étant de 2 à 3 mois minimum, merci de prendre contact le plus tôt possible.

¹<http://www.mathstat.dal.ca/~selinger/quipper/>

Références

- [1] Cousot, P. and Cousot, R. 1977. Abstract Interpretation: A Unified Lattice Model for Static Analysis of Programs by Construction or Approximation of Fixpoints. *Proceedings of the 4th ACM SIGACT-SIGPLAN Symposium on Principles of Programming Languages* (New York, NY, USA, 1977), 238–252.
- [2] Green, A.S., Lumsdaine, P.L., Ross, N.J., Selinger, P. and Valiron, B. 2013. Quipper: A Scalable Quantum Programming Language. *Proceedings of the 34th ACM SIGPLAN Conference on Programming Language Design and Implementation* (New York, NY, USA, 2013), 333–342.
- [3] Perdrix, S. 2008. Quantum Entanglement Analysis Based on Abstract Interpretation. *Static Analysis: 15th International Symposium, SAS 2008, Valencia, Spain, July 16-18, 2008. Proceedings*. M. Alpuente and G. Vidal, eds. Springer Berlin Heidelberg. 270–282.