

Étude de complexité en théorie des jeux algorithmique dans l'assistant de preuve Coq

Proposition de stage de M1

ANITI – Artificial and Natural Intelligence Toulouse Institute – B612
Équipes ACADIE et ADRIA, Lab. IRIT, Université Paul Sabatier

Janvier 2023

Informations pratiques Le stage se déroulera à l'*Institut de Recherche en Informatique de Toulouse (IRIT)* sur le campus de l'*Université Paul Sabatier (UPS)*. Il sera encadré par Pierre POMERET-COQUOT (pierre.pomeret@irit.fr) (IRIT-ACADIE-ADRIA et ANITI) et Érik MARTIN-DOREL (erik.martin-dorel@irit.fr) (IRIT-ACADIE). Le stage est prévu pour une durée de 12 semaines.

Contexte Les assistants de preuve sont des logiciels complexes qui permettent d'encoder des théories mathématiques et des algorithmes dans un langage formel, de formuler des propriétés et des théorèmes sur ces algorithmes, de développer des preuves pour ces propriétés et de vérifier mécaniquement ces preuves formalisées avec un très haut niveau de garantie.

Dans un travail récent mêlant théorie des jeux, théorie de la décision sous incertitude, et méthodes formelles, nous utilisons l'assistant de preuve Coq pour modéliser et vérifier formellement trois algorithmes similaires de transformation de jeux à information incomplète (basé sur des fonctions de croyance) vers un jeu équivalent à information complète [PFM22]. La correction de ces transformations (correspondant à la partie la plus critique de nos résultats) a été prouvée en Coq à l'aide de la bibliothèque de composants mathématiques Math-Comp [MT22]. Maintenant, nous nous intéressons à l'étude formelle de leur complexité algorithmique.

Contribution attendue Ce stage consiste à modéliser et prouver formellement en Coq les résultats de complexité obtenus pour les trois transformations considérées.

Ces preuves formelles pourront s'appuyer à la fois sur les preuves papier-crayon publiées dans [PFM22], sur la méthodologie déjà éprouvée dans un cadre similaire pour prouver des bornes de complexité dans l'assistant de preuves Isabelle/HOL [TBD⁺20], et sur la bibliothèque Analysis, adossée à Math-Comp et contenant des facilités pour raisonner formellement avec les notations de Landau ($O(\cdot)$, $o(\cdot)$, etc.) [ACR18].

Pré-requis Le candidat doit avoir un intérêt pour la programmation fonctionnelle et la logique mathématique. Une expérience préalable de Coq ou d'un autre assistant de preuve est un vrai plus, sans être absolument nécessaire. Aucune connaissance des bibliothèques Coq citées dans ce sujet (Math-Comp, Analysis) ni de la théorie de la décision sous incertitude n'est requise.

Contact Pierre POMERET-COQUOT (pierre.pomeret@irit.fr)

Références

- [ACR18] Reynald Affeldt, Cyril Cohen, and Damien Rouhling. Formalization techniques for asymptotic reasoning in classical analysis. *J. Formaliz. Reason.*, 11(1) :43–76, 2018. doi:[10.6092/issn.1972-5787/8124](https://doi.org/10.6092/issn.1972-5787/8124).
- [MT22] Assia Mahboubi and Enrico Tassi. *Mathematical Components*. Zenodo, September 2022. doi:[10.5281/zenodo.7118596](https://doi.org/10.5281/zenodo.7118596).
- [PFM22] Pierre Pomeret-Coquot, Hélène Fargier, and Érik Martin-Dorel. Games of incomplete information : A framework based on belief functions. *Int. J. Approx. Reason.*, 151 :182–204, 2022. doi:[10.1016/j.ijar.2022.09.010](https://doi.org/10.1016/j.ijar.2022.09.010).
- [TBD⁺20] René Thiemann, Ralph Bottesch, Jose Divasón, Max W. Haslbeck, Sebastiaan J. C. Joosten, and Akihisa Yamada. Formalizing the LLL basis reduction algorithm and the LLL factorization algorithm in Isabelle/HOL. *J. Autom. Reason.*, 64(5) :827–856, 2020. doi:[10.1007/s10817-020-09552-1](https://doi.org/10.1007/s10817-020-09552-1).