

Monades familiales et sémantique opérationnelle structurelle

Thématique : sémantique des langages de programmation

Encadrant : Tom Hirschowitz

tom.hirschowitz@univ-smb.fr

Laboratoire de mathématiques (LAMA)

Univ. Savoie Mont Blanc et Grenoble Alpes, CNRS
Chambéry, France

Directeur : Georges Comte

georges.comte@univ-smb.fr

CONTEXTE

La *sémantique opérationnelle structurelle* [5] est une méthode pour spécifier la dynamique de langages de programmation par induction sur leur syntaxe. Le résultat obtenu est une sorte de graphe étiqueté, dont les sommets sont les programmes et dont les arêtes représentent les étapes d'évaluation, les interactions avec l'environnement, etc. Une question importante dans ce domaine consiste à s'assurer des bonnes propriétés du langage considéré, notamment en prouvant que l'équivalence entre programmes est une congruence. Cette tâche se révélant souvent difficile, de nombreux auteurs ont proposé des *formats* [4] et démontré que si un langage donné entre dans leur format, alors il se comporte bien. Cependant, ces formats sont très nombreux, spécialisés et divers, ce qui a motivé l'invention de la *sémantique opérationnelle fonctorielle* [2, 9], un cadre très abstrait fondé sur la théorie des catégories [3], censé englober tous les autres. Ce cadre, bien qu'étudié en profondeur, s'accommode mal de la présence de liaison de variable. La solution la plus prometteuse [8] n'a pas vraiment été adoptée par la communauté.

OBJECTIFS

Face à cet échec relatif, dans un article récent [1], on se propose de distinguer deux questions :

- d'une part celle de définir un langage abstrait, de haut niveau, pour raisonner sur la sémantique opérationnelle structurelle,
- d'autre part celle de produire des spécifications qui se comportent bien (par exemple *via* des formats).

On propose un nouveau cadre catégorique répondant à la première question, fondé sur les monades *familiales* [10]. Dans ce cadre, modulo des hypothèses raisonnables, on démontre de manière très fluide deux propriétés importantes des spécifications, la *congruence de la bissimilarité* [7] et la validité de la technique de *bissimulation modulo contexte* [6].

L'objectif du stage est de contribuer au développement de ce nouveau cadre. Pour cela, plusieurs tâches sont envisageables :

- (1) Dans l'optique de faire le lien avec les formats, on peut tenter de montrer que des formats existants entrent dans le cadre. Cette tâche peut constituer une bonne entrée en matière.
- (2) Dans le même ordre d'idées, il serait utile d'élargir la portée du nouveau cadre en y examinant des techniques telles que la méthode de Howe, les bissimulations faibles ou environnementales, voire la résolution d'équations de processus.
- (3) A terme, on peut aussi envisager de pousser le développement théorique en recherchant de nouveaux formats en lien avec la théorie des monades familiales.

RÉFÉRENCES

- [1] Tom Hirschowitz. 2018. Familial monads and structural operational semantics. (2018). <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01815328> preprint.
- [2] Bartek Klin. 2011. Bialgebras for structural operational semantics : An introduction. *Theoretical Computer Science* 412, 38 (2011), 5043–5069. <https://doi.org/10.1016/j.tcs.2011.03.023>
- [3] Saunders Mac Lane. 1998. *Categories for the Working Mathematician* (2nd ed.). Number 5 in Graduate Texts in Mathematics. Springer.
- [4] MohammadReza Mousavi, Michel A. Reniers, and Jan Friso Groote. 2007. SOS Formats and Meta-Theory : 20 Years After. *Theoretical Computer Science* 373, 3 (2007), 238–272.
- [5] Gordon D. Plotkin. 2004. A structural approach to operational semantics. *Journal of Logic and Algebraic Programming* 60-61 (2004), 17–139.
- [6] Damien Pous and Davide Sangiorgi. 2011. *Enhancements of the bisimulation proof method*. Number 52 in Cambridge Tracts in Theoretical Computer Science. Cambridge University Press, Chapter 6.
- [7] Davide Sangiorgi. 2012. *Introduction to Bisimulation and Coinduction*. Cambridge University Press.
- [8] Sam Staton. 2008. General Structural Operational Semantics through Categorical Logic. In *Proc. 23rd Symposium on Logic in Computer Science* 166–177. <https://doi.org/10.1109/LICS.2008.43>
- [9] Daniele Turi and Gordon D. Plotkin. 1997. Towards a Mathematical Operational Semantics. In *Proc. 12th Symposium on Logic in Computer Science* 280–291. <https://doi.org/10.1109/LICS.1997.614955>
- [10] Mark Weber. 2007. Familial 2-functors and parametric right adjoints. *Theory and Applications of Categories* 18, 22 (2007), 665–732.