

D11 : Explicit examples of identity characterizations (Task 5).

L'un des objectifs spécifiques de la tâche 5 était de trouver des caractérisations par identités de familles de langages. Pour un état de l'art sur la question jusqu'en 2012, on pourra consulter [14]. Plusieurs nouveaux résultats ont été obtenus dans cette direction.

Un résultat majeur a été obtenu par T. Place et M. Zeitoun. Il s'agit de la caractérisation effective des langages de hauteur 2 dans la hiérarchie de Straubing-Thérien, qui sont aussi les langages expressibles par des combinaisons booléennes de formules de Σ_2 . Ce résultat résout un problème ouvert depuis plus de quarante ans et un workshop FREC lui sera spécifiquement dédié du 26 octobre au 1er novembre 2014. L'une des questions abordées sera la possibilité d'obtenir des identités profinies pour ces classes de langages.

L'article [10] utilise pour la première fois hors du cadre des langages rationnels les techniques de dualité proposées en 2010 par Gehrke, Grigorieff et Pin. La version longue de cet article est en cours de rédaction et sera soumise avant le premier décembre 2014. On y donne en particulier la première caractérisation par identités d'ultrafiltres d'une classe non triviale de langages non réguliers. Au delà du résultat lui-même, la technique de preuve est particulièrement novatrice et ouvre de nouvelles perspectives.

Les thésards de FREC ont également largement fait progresser la tâche 5. L. Daviaud (qui a soutenu sa thèse en septembre 2014) et C. Paperman [7] (qui va soutenir sa thèse en décembre 2014) ont déterminé les équations du treillis et de l'algèbre de Boole engendrée par les langages de la forme u^* , où u est un mot, répondant ainsi à une question proposée par A. Restivo. L. van Rooijen (qui va soutenir sa thèse en décembre 2014) a approfondi la notion de "pattern" pour obtenir des algorithmes efficaces pour tester certaines identités de variétés, en liaison avec ses travaux sur la séparation [15, 16, 17]. Par ailleurs, L. Dartois (qui va soutenir sa thèse en décembre 2014) et C. Paperman [6] ont étudié l'enrichissement d'un fragment de logique de

signature donnée lorsqu'on lui ajoute les prédicats modulaires et obtenu des identités pour de nombreuses classes de langages définies par des fragments logiques. Par ailleurs, Les hiérarchies internes au fragment $\mathbf{FO}^2[<]$ et leur caractérisation algébrique ont été analysées par P. Weil et ses coauteurs dans [12, 13, 20, 21].

M. Zeitoun, en collaboration avec J.C. Costa et J. Almeida, a obtenu deux résultats importants liés à la description d'équations profinies pour les langages rationnels. Le premier résultat [1] concerne les formes normales de certains termes du monoïde profini aperiodique et le second [2] les calculs de clôture topologique dans certains monoïdes profinis. Ces résultats interviennent de façon cruciale d'une part dans la détermination des équations de certaines variétés de langages et d'autre part dans le problème de la séparation évoqué ci-dessus. D'autres résultats sont en cours de rédaction.

Références

- [1] J. Almeida, J. C. Costa and [M. Zeitoun](#), McCammond's normal forms for free aperiodic semigroups revisited. *LMS Journal of Computation and Mathematics*, Cambridge University Press. To appear.
- [2] J. Almeida, J. C. Costa and M. Zeitoun, Closures of Regular Languages for Profinite Topologies. *Semigroup Forum* 89 (1), pp. 20–40, 2014.
- [3] J. Almeida, J. C. Costa, and [M. Zeitoun](#). Iterated periodicity over finite aperiodic semigroups. In *European J. Combin.*, 58 p., to appear.
- [4] J. Almeida, A. Cano, O. Klíma and [J.-É. Pin](#), Fixed points of the lower set operator, submitted.
- [5] [O. Carton](#), Two-Way Transducers with a Two-Way Output Tape. *Developments in Language Theory 2012*, (2012) 263-272.
- [6] [L. Dartois](#) and [C. Paperman](#), Two-variable first order logic with modular predicates over words, *30th International Symposium on Theoretical Aspects of Computer Science (STACS 2013)*, Natacha Portier and Thomas Wilke, eds. Schloss Dagstuhl–Leibniz-Zentrum fuer Informatik, Schloss Dagstuhl, Dagstuhl, Germany, 2013, 329–340.
- [7] [L. Daviaud](#) and [C. Paperman](#), The lattice and the Boolean algebra generated by the languages u^* , in preparation.
- [8] V. Diekert, M. Kufleitner, [P. Weil](#), Star-Free Languages are Church-Rosser Congruential, *Theoret. Comput. Sci.* **454**, 2012, 129-135.

- [9] N. Fijalkow and C. Paperman, Monadic Second-Order Logic with Arbitrary Monadic Predicates, *Mathematical Foundations of Computer Science 2014 - 39th International Symposium, MFCS 2014*, Budapest, Hungary, August 25-29, 2014. Proceedings, Part I.
- [10] M. Gehrke, A. Krebs et J.-É. Pin, From ultrafilters on words to the expressive power of a fragment of logic, in *Descriptive Complexity of Formal Systems*, A. O. H. Jürgensen, J. Karhumäki (éd.), Berlin, 2014, pp. 138–149, *Lect. Notes Comp. Sci.* vol. 8614, Springer.
- [11] M. Gehrke, Stone duality, topological algebra, and recognition <http://hal.archives-ouvertes.fr/docs/00/85/97/17/PDF/Ge13.pdf>
- [12] M. Kufleitner, P. Weil, The \mathbf{FO}^2 alternation hierarchy is decidable. Proceedings of Computer Science Logic (CSL 2012), Leibniz International Proceedings in Informatics (LIPIcs) **16**(2012) 426-439.
- [13] M. Kufleitner, P. Weil, On logical hierarchies within \mathbf{FO}^2 -definable languages, *Logical Methods in Computer Science* **8** (3 :11) (2012) 1-30
- [14] J.-É. Pin, Equational descriptions of languages, *Int. J. Found. Comput. S.* **23**, (2012), 1227–1240.
- [15] T. Place, L. van Rooijen and M. Zeitoun, Separating regular languages by piecewise testable and unambiguous languages, MFCS'13.
- [16] T. Place, L. van Rooijen and M. Zeitoun, Separating Regular Languages by Locally Testable and Locally Threshold Testable Languages, FSTTCS'13 (2013).
- [17] T. Place, L. van Rooijen and M. Zeitoun, On Separation by Locally Testable and Locally Threshold Testable Languages. *Logical Methods in Computer Science* 10 (3 :24), pp. 1–28, 2014.
- [18] T. Place and M. Zeitoun, Separating Regular Languages with First-Order Logic. In CSL-LICS'14, pp. 75 :1–75 :10, ACM. 2014.
- [19] T. Place, M. Zeitoun, Going higher in the First-order Quantifier Alternation Hierarchy on Words. In ICALP'14, pp. 342–353, Springer. 2014.
- [20] H. Straubing, P. Weil, An introduction to finite automata and their connection to logic, in *Modern applications of automata theory* (D. D'Souza, Priti Shankar eds), IISc Research Monographs 2, World Scientific (2012), 3-43.
- [21] P. Weil, From algebra to logic : there and back again - the story of a hierarchy, *Developments in Language Theory, DLT 2014*, Lecture Notes in Computer Science 8633 (2014), pp. 275-278.