

Automates sur les mots finis ou infinis

Didier CAUCAL et Olivier FINKEL

M2 LMFI 2015-2016

1 Présentation

L'objectif de ce cours est de présenter les résultats fondamentaux et les problèmes actuels en théorie des automates et des langages formels sur les mots finis ou infinis, sujet central en informatique théorique.

En particulier, on présentera la hiérarchie de Chomsky de langages de mots finis formée des langages rationnels, algébriques, contextuels, et récursivement énumérables, et la hiérarchie infinie des langages indexés, définie par Maslov [6].

Les automates sur mots infinis ont été introduits par Büchi dans les années 1960 pour étudier la décidabilité de la théorie d'un successeur sur les entiers. Ils ont depuis été très étudiés et utilisés pour la spécification et la vérification de systèmes ne terminant pas, comme un système d'exploitation.

La théorie des automates lisant des mots infinis a des liens avec de nombreux domaines, en particulier avec la topologie, la logique, les jeux infinis qui modélisent le comportement d'un système en interaction avec un environnement.

2 Programme

2.1 Automates sur les mots finis

- Automates finis, expressions régulières, théorème de Kleene
- Automates à pile, grammaires algébriques, langages algébriques, théorème de Muller-Schupp
- Langages contextuels, machines de Turing linéairement bornées
- Langages acceptés par les machines de Turing, langages récursivement énumérables
- Hiérarchie infinie des langages indexés, définie par Maslov, automates à pile de piles, description structurelle de ces automates et théorie au deuxième ordre monadique décidable.

2.2 Automates sur les mots infinis

- Automates de Büchi, de Muller, déterminisation, complémentation
- Automates et théorie monadique sur les entiers

- Topologie, théorie descriptive des ensembles, caractérisation de certaines classes d'automates
- Jeux infinis, jeux de parité, jeux sur les graphes finis, existence et construction de stratégies gagnantes effectives dans ces jeux
- Extensions possibles : automates temporisés, automates d'arbres infinis, automates sur mots de longueur transfinie ..

3 Bibliographie

- 1 J. R. Büchi, On a Decision Method in Restricted Second Order Arithmetic (Logic Methodology and Philosophy of Science, (Proc. 1960 Int. Congr.), Stanford University Press, 1962, p. 1-11).
- 2 O. Carton, Langages Formels (Calculabilité et Complexité, Vuibert, 2014).
- 3 E. Grädel, W. Thomas & T. Wilke (editors) : Automata, Logics, and Infinite Games (A Guide to Current Research, Lecture Notes in Computer Science, Volume 2500, Springer, 2002).
- 4 M. Harrison, Introduction to formal language theory, Addison-Wesley (1978).
- 5 J. Hopcroft et J. Ullman, Introduction to automata theory, languages and computation, Addison-Wesley (1979).
- 6 A. Maslov, The hierarchy of indexed languages of an arbitrary level, Doklady Akademii Nauk SSSR 217, 1013-1016 (1974).
- 7 D. Muller et P. Schupp, The theory of ends, pushdown automata, and second-order logic, Theoretical Computer Science 37, 51-75 (1985).
- 8 D. Perrin & J.-E. Pin, Infinite Words, Automata, Semigroups (Logic and Games, Volume 141 of Pure and Applied Mathematics, Elsevier, 2004).
- 9 L. Staiger, ω -Languages, in Handbook of Formal Languages (Volume 3, edited by G. Rozenberg and A. Salomaa, Springer-Verlag, Berlin, 1997).
- 10 W. Thomas, Automata on Infinite Object (J. Van Leeuwen, ed., Handbook of Theoretical Computer Science, Volume B, Elsevier, Amsterdam, 1990, p. 133-191).
- 11 W. Thomas, Languages, Automata and Logic (Handbook of Formal Languages, Volume 3, edited by G. Rozenberg and A. Salomaa, Springer Verlag, Berlin, 1997).