

Journées du groupe de travail SDA2

LIGM – Marne-la-Vallée

8-10 avril 2015

Programme

Mercredi 8 avril (salle 4B05R, 4ième étage, bâtiment Copernic)

10h00 – 11h00	<i>Accueil des participants</i>
11h00 – 12h00	Inès KLIMANN On the finiteness and the order problems for automaton (semi)groups.
12h00 – 14h30	<i>Pause déjeuner</i>
14h30 – 15h30	Irène MARCOVICI Automates cellulaires probabilistes, dynamique symbolique, et combinatoire.
15h40 – 16h40	Damien POUS Finite automata algorithms : bisimulations up to congruence and binary decision diagrams.
16h40 – 17h00	<i>Pause café</i>

Jeudi 9 avril (salle 4B05R, 4ième étage, bâtiment Copernic)

9h00 – 10h00	Francesco DOLCE Maximal bifix decoding of a tree set.
10h00 – 10h30	<i>Pause café</i>
10h30 – 11h00	Milton MINERVINO Geometry and dynamics of reducible Pisot substitutions.
11h00 – 11h30	Pavel HELLER Deciding proper conjugacy of classes of one-sided finite-type-Dyck shifts.
11h30 – 12h00	Pablo ROTONDO Probabilistic study of the recurrence function of Sturmian sequences.
12h00 – 14h30	<i>Pause déjeuner</i>
14h30 – 15h30	Brigitte VALLÉE Divers points de vue sur les sources. Applications à l'analyse probabiliste des structures dictionnaires.
15h30 – 15h45	<i>Pause café</i>
15h45 – 16h15	Reem YASSAWI Le groupe d'automorphismes d'un sushift substitutif de longueur constante.
15h45 – 16h15	Martin DELACOURT Comportements asymptotiques typiques dans les automates cellulaires.

Vendredi 10 avril (salle 4B05R, 4ième étage, bâtiment Copernic)

9h00 – 10h00	Marc ZEITOUN The separation problem : an introduction and applications.
10h00 – 10h30	<i>Pause café</i>
10h30 – 11h00	Emmanuel JEANDEL Symbolic dynamics on groups.
11h00 – 11h30	Timo JOLIVET Géométrie fractale, algorithmes et calculabilité.
11h30 – 12h00	Sebastián DONOSO On automorphism groups of low complexity minimal subshifts.
12h00 – 14h30	<i>Pause déjeuner</i>
14h30 – 15h15	Oliver CARTON Normality and Automata.
15h15 – 15h45	Vincent PENELLE Systèmes de réécriture suffixe d'arbres de piles.

Résumés

Inès KLIMANN, *On the finiteness and the order problems for automaton (semi)groups.*

Groups and semigroups generated by automata were formally introduced in the early 60's. They revealed their full potential over the years, by contributing to important conjectures in group theory.

In this lecture I will intend to show how traditional and new constructions on automata and their structures can be relevant to tackle some decision problems on automaton (semi)groups ; I will focus on the finiteness and the order problems. In particular, I will give Gillibert's proof of undecidability of these problems for automaton semigroups, and a new characterization of the existence of elements of infinite order in terms of a path property in some tree obtained from the automaton.

Irène MARCOVICI, *Automates cellulaires probabilistes, dynamique symbolique, et combinatoire.*

Le sous-décalage de Fibonacci est l'ensemble des mots infinis sur l'alphabet binaire qui ne contiennent pas deux symboles 1 consécutifs. On peut s'intéresser aux distributions de probabilités sur cet ensemble qui chargent les symboles 1 selon un certain poids. Un automate cellulaire probabiliste (ACP) naturel laisse invariante ces distributions. Je montrerai que cet ACP très simple intervient également dans l'étude d'un jeu de Nim sur des configurations de percolation, et dans un problème d'énumération d'objets combinatoires (animaux dirigés). Dans un travail en collaboration avec James Martin, nous montrons que cet ACP est ergodique pour toute valeur du paramètre de définition (poids sur les 1), répondant ainsi à des questions dans ces différents domaines.

Damien POUS, *Finite automata algorithms : bisimulations up to congruence and binary decision diagrams.*

We consider the problem of checking language equivalence of finite automata. I will first describe our work with Filippo Bonchi, where we remark that Hopcroft and Karp's almost linear algorithm can be rephrased in terms of "bisimulations", a simple proof technique introduced by Milner in the domain of concurrency theory. This observation lead us to a substantial improvement of the algorithm when considering non-deterministic automata : our algorithm can be exponentially faster than both Hopcroft and Karp's algorithm and more recent algorithms based on antichains.

Then I will present some recent work, where I show how to combine a union-find data-structure with binary decision diagrams, to extend Hopcroft and Karp algorithm to automata over a large alphabet.

Francesco DOLCE, *Maximal bifix decoding of a tree set.*

A Sturmian set is the set of factors of a strictly episturmian word. An Interval exchange set is the language of the natural codings of an interval exchange transformation.

In this talk, we consider a class of sets of words which is a natural common generalization of Sturmian sets and of interval exchange sets. This class of sets consists of the uniformly recurrent tree sets, where the tree sets are defined by a condition on the possible extensions of bispecial factors. We prove that this class is closed under maximal bifix decoding.

This talk is based on a joint work with Valérie Berthé, Julien Leroy, Dominique Perrin, Christophe Reutenauer and Giuseppina Rindone.

Milton MINERVINO, *Geometry and dynamics of reducible Pisot substitutions.*

We give an overview of the main problems arising in the study of the dynamics of reducible Pisot substitutions. We show that there is a geometrical model based on Rauzy fractals generated by a certain dual approach which solve some problems on periodic tilings and representations of discrete surfaces related to aperiodic tilings. We investigate further the role of the neutral space of the substitution, that is, the influence of the non-hyperbolic part of the dynamics of the substitution.

Pavel HELLER, *Deciding proper conjugacy of classes of one-sided finite-type-Dyck shifts.*

One-sided sofic-Dyck shifts are sets of infinite sequences of symbols avoiding a visibly pushdown language of finite words. One-sided finite-type-Dyck shifts constitute a subclass of these sets of sequences. A (one-sided) finite-type-Dyck shift is defined as the set of infinite sequences avoiding both some finite set of words and some finite set of matching patterns. We prove that proper conjugacy is decidable for a large class of one-sided finite-type-Dyck shifts, the matched-return extensible shifts. This class contains many known non-sofic one-sided shifts like Dyck shifts and Motzkin shifts. It contains also strictly all extensible one-sided shifts of finite type. Our result is thus an extension of the decidability of conjugacy between one-sided shifts of finite type obtained by Williams.

(Joint work with Marie-Pierre Béal)

Pablo ROTONDO, *Probabilistic study of the recurrence function of Sturmian sequences.*

Sturmian words play an important role in combinatorics of words since they are exactly the words that have $n + 1$ factors of length n . On the other hand, the recurrence function precisely describes the occurrence of the factors inside a word. That is why the study of the recurrence function on sturmian words is so important.

Sturmian words are closely related to Kronecker sequences, defined by $k \mapsto \{k\alpha\}$ (where $\{\cdot\}$ is the fractional part), and thus to the Gauss dynamical system and continued fraction expansion; in fact the recurrence function itself is expressed in terms of continuants.

We perform a probabilistic study of the recurrence function of sturmian words, and study the expectation and the distribution of the recurrence function. We use tools both of analytic combinatorics and dynamical systems, and follow the methods proposed by Cesaratto and Vallée in the study of other parameters of the Kronecker sequences.

(Joint work in progress with Valérie Bethé, Eda Cesaratto, Brigitte Vallée, Alfredo Viola)

Brigitte VALLÉE, *Divers points de vue sur les sources. Applications à l'analyse probabiliste des structures dictionnaires.*

Les structures dictionnaire sont centrales en algorithmique, aussitôt qu'on travaille sur les mots et qu'on veut y effectuer les opérations de base (insertion, recherche, suppression). Il y a deux principales structure digitales : le trie et le digital search tree (dst). L'efficacité de la structure dépend de sa forme, et en particulier de deux paramètres de forme, le profil et la profondeur. L'analyse probabiliste des algorithmes de texte est donc reliée étroitement au comportement probabiliste de ces paramètres, qui dépendent eux-mêmes de deux facteurs : les principes qui définissent la structure (comment départage-t-on les mots ?) et le mécanisme qui produit les mots (ce qu'on appelle la source). C'est cette interaction que nous voulons étudier, afin de mener cette étude probabiliste, et ce, dans le cadre d'une source générale. C'est donc d'abord l'occasion de réfléchir à la modélisation d'une source, pour l'appliquer ensuite à l'analyse probabiliste de ces deux structures digitales (trie et dst). Nous présentons ainsi une analyse unifiée de ces deux structures, dans le cadre d'une source très générale.

D'après des travaux en collaboration avec Eda Cesaratto, Julien Clément, Philippe Flajolet, Kanal Hun.

Reem YASSAWI, *Le groupe d'automorphismes d'un sushift substitutif de longueur constante.*

Nous montrons que pour une substitution qui possède une coïncidence, le groupe d'automorphismes du sushift bilatère engendré par la substitution est cyclique. Si la substitution est injective, alors chaque code est de longueur inférieure ou égale à 1. Ceci est un travail avec Anthony Quas.

Martin DELACOURT, *Comportements asymptotiques typiques dans les automates cellulaires.*

Dans le monde des systèmes dynamiques, on s'intéresse souvent aux comportements asymptotiques et en particulier à l'ensemble limite, c'est à dire l'ensemble des points du système qui peuvent être visités arbitrairement tard au cours d'une évolution. Pour affiner la perception des comportements asymptotiques, on ajoute une mesure de probabilités sur l'ensemble de configurations initiales et on oublie les parties de l'espace qui tendent à disparaître.

On considère ici le cas particulier des automates cellulaires qui sont un modèle classique de systèmes dynamiques discrets. Constitués d'une infinité de cellules formant un graphe régulier et ayant un état parmi un ensemble fini, leur évolution se fait en appliquant une même règle locale en tous points simultanément.

On donnera une caractérisation des ensembles limites associés à une mesure de probabilités, des grands ensembles classiques de sous-shifts qui peuvent être réalisés et un théorème de Rice sur ces ensembles.

Marc ZEITOUN, *The separation problem : an introduction and applications.*

The motivation of this talk is the following natural problem : given a regular language of finite words, is it definable in a simpler given formalism ? I will present the most important results in this line of research, and explain the limits of the classical approaches to solve this "membership" problem.

I will then present recent results about a more general problem, called "separation". I will show that it conveys indeed more information than membership, and is therefore harder to solve. However, it is more rewarding, and I will present examples of transfer results, of the form : if we have an algorithm to solve the separation problem, then we can use it to solve membership of a more general class of languages. This can be applied, in particular, on levels of the quantifier alternation hierarchy of first-order logic, yielding new decidability results.

[Joint work with Thomas Place and Larijn van Rooijen]

Emmanuel JEANDEL, *Symbolic Dynamics on Groups.*

During this talk I will introduce tilings on groups and show why the existence of an aperiodic tiling in a group G forces some computability properties on G .

Timo JOLIVET, *Géométrie fractale, algorithmes et calculabilité*

Nous parlerons d'ensembles fractals définis par des systèmes de fonctions itérées affines, et des méthodes permettant de décider certaines propriétés géométriques (sous certaines hypothèses). Nous évoquerons aussi les problèmes qui surviennent lorsque ces hypothèses sont relâchées (indécidabilité).

Sebastián DONOSO, *On automorphism groups of low complexity minimal subshifts.*

We study the automorphism group $\text{Aut}(X, \sigma)$ of a minimal subshift (X, σ) of low *word complexity*. In particular, we prove that $\text{Aut}(X, \sigma)$ is virtually \mathbb{Z} for aperiodic minimal subshifts with affine complexity on a subsequence, more precisely, the quotient of this group by the one generated by the shift map is a finite group. In addition, we provide examples to show that any finite group can be obtained in this way. The class considered includes minimal substitutions, linearly recurrent subshifts and even some minimal subshifts with complexity that have subaffine and superpolynomial complexity along subsequences. The main technique in this work relies on the study of classical relations among points used in topological dynamics, in particular asymptotic pairs.

This a joint work with Fabien Durand, Alejandro Maass and Samuel Petite.

Olivier CARTON, *Normality and Automata.*

We strengthen the theorem that establishes that deterministic finite transducers can not compress normal infinite words. We prove that, indeed, non-deterministic finite transducers, even augmented with a fixed number of counters, can not compress normal infinite words. However, there are push-down non-deterministic transducers that can compress normal infinite words. We also obtain new results on the preservation of normality with automata selectors. Complementing Agafonov's theorem for prefix selectors, we show that suffix selectors also preserve normality. However, there are simple two-sided selectors that do not preserve normality.

Joint work with V. Becher and P. Heiber (University of Buenos Aires).

Vincent PENELLE, *Systèmes de réécriture suffixe d'arbres de piles.*

Les automates à piles d'ordre supérieur (HOPDA) et les système de réécriture suffixe d'arbres (GTRS) peuvent être vus comme des extensions des systèmes de réécriture suffixes de mots. Ces deux classes génèrent des graphes infinis possédant des propriétés locales dignes d'intérêt. En effet, la satisfaction de toute formule exprimée en logique monadique du second ordre (MSO) est décidable sur les graphes générés par des HOPDA, tandis que seules celles exprimées en logique du premier ordre enrichie du prédicat d'accessibilité ($\text{FO}[->^*]$) le sont sur les graphes générés par des GTRS.

Le but de cet exposé est de proposer une extensions commune aux automates à piles d'ordre supérieur et aux systèmes de réécriture suffixe d'arbres. Nous introduirons un modèle de systèmes de réécriture suffixe d'ordre supérieur d'arbre sur les arbres étiquetés par des piles d'ordre supérieur (appelés arbres de piles), qui coïncide syntaxiquement avec les systèmes de réécriture suffixes d'arbres à l'ordre 1 et avec les transitions d'automates à pile d'ordre supérieur sur les arbres de piles unaires. Le principal résultat sur ce modèle est que la satisfaction toute formule exprimé en logique $\text{FO}[->^*]$ est décidable sur les graphes infinis générés par ces systèmes.

Formellement, un arbre de pile d'ordre n est un arbre dont les nœuds sont étiquetés par des piles d'ordre $n-1$. Les opérations d'un systèmes de réécriture suffixe d'arbre de piles sont représentés par des graphes dirigés acycliques (DAG) connexes dont les arêtes sont étiquetées par un ensembles d'opérations basiques sur les arbres de piles. Ces DAG décrivent les positions relatives de l'application des opérations l'étiquetant. Intuitivement, appliquer un DAG à un arbre de pile revient à coller le DAG à certaines feuilles de l'arbre et à appliquer chaque opération à la feuille à laquelle il est collé, jusqu'à ce qu'il ne reste plus qu'un arbre de pile ou que l'on soit bloqué (auquel cas l'application de ce DAG à cette position n'est pas définie). Ce modèle est une extension commune aux opérations sur les piles d'ordre supérieur étudiées par Arnaud Carayol et aux systèmes de réécritures suffixe d'arbres dus à Max Dauchet et Sophie Tison.

Nous définissons également une notion d'ensembles reconnaissables d'opérations grâce à une généralisation de la notion d'automates. La décidabilité de la satisfaction des formules exprimées en $\text{FO}[->^*]$ est obtenue en utilisant la technique des finite set interpretations développée par Thomas Colcombet et Christof Löding, l'accessibilité dérivant de la notion de reconnaissabilité des opérations (qui permet de définir aisément la clôture par itération des opérations).