Automates temporisés à interruptions, problèmes de vérification et d'expressivité.

Béatrice Bérard (LIP6, UPMC), Serge Haddad (LSV, ENS Cachan)

Contexte. Les systèmes hybrides sont des extensions des automates finis, composés d'une partie discrète (états + transitions) et d'un ensemble de variables à valeurs réelles qui évoluent continuement avec le temps. Ces systèmes sont très expressifs et permettent de modéliser des systèmes complexes mais la plupart des problèmes classiques (par exemple l'accessibilité) sont indécidables. Néanmoins des sous-classes assez expressives existent, en particulier les automates temporisés introduits par Alur et Dill [1, 2] dans les années 90, avec des résultats de décidabilité pour certains problèmes de vérification.

Automates temporisés à interruptions. Ces automates, qui forment une classe dédiée à la modélisation des systèmes d'interruptions, ont été proposée récemment. Les variables manipulées par ces automates sont des chronomètres, c'est-à-dire qu'elles ont une pente 0 ou 1, et elles sont de plus organisées en niveaux, avec un seul chronomètre actif par niveau. De plus, les gardes et les mises à jour utilisent des expressions linéaires à coefficients rationnels des horloges, avec la restriction de n'utiliser que les horloges de niveaux inférieurs au niveau courant. Du point de vue des langages temporisés acceptés, cette classe est incomparable avec la classe correspondante pour les automates temporisés, mais elle posséde néanmoins plusieurs bonnes propriétés vis-à-vis de la vérification [3, 4] : décidabilité de problèmes de vérification : accessibilité et *model-checking* de fragments de la logique temporisée TCTL.

Sujet du stage. De nombreux problèmes restent ouverts pour la classe des ITA. Ce stage serait l'occasion d'en aborder une partie.

- En particulier, l'indécidabilité du *model-checking* de TCTL lui-même pour les ITA est encore une conjecture, qui pourrait être réexaminée.
- Concernant l'expressivité et la vérification, on pourrait envisager de restreindre les gardes et les mises à jour dans le modèle des ITA à celles des automates temporisés, en conservant seulement des comparaisons avec des constantes et des remises à zéro. Cette restriction pourrait permettre de nouveaux résultats de décidabilité, et la puissance d'expression du modèle en résultant reste à explorer.
- Enfin, un problème difficile consiste en la recherche de bornes inférieures de complexité pour les problèmes de vérification qui sont décidables.

Références

[1] R. Alur and D.L. Dill. Automata for modeling real-time systems. *Proc. of the 17th Int. Colloquium on Automata, Languages and Programming (ICALP'90)*, volume 443 of Lecture Notes in Computer Science, pages 322–335, Springer, 1990.

[2] R. Alur and D.L. Dill. A theory of timed automata. *Theoretical Computer Science* 126 :183–235, 1994.

[3] B. Bérard and S. Haddad. Interrupt Timed Automata. *Proc. of the 12th International Conference on Foundations of Software Science and Computation Structures (FoSSaCS'09)*, volume 5504 of Lecture Notes in Computer Science, pages 197–211, Springer, 2009.

[4] B. Bérard, S. Haddad and M. Sassolas. Real Time Properties for Interrupt Timed Automata. *Proc. of the 17th International Symposium on Temporal Representation (TIME'10)*, pages 69–76, IEEE Computer Society Press, 2010.