



Sujet de stage recherche de niveau M2

Vérification paramétrée de systèmes temps-réel

Encadrants : Étienne ANDRÉ (LIPN) and Giuseppe LIPARI (LIFL)
Courriel : {prenom.nom}@lipn.fr / {prenom.nom}@lifl.fr
Laboratoires d'accueil : LIPN, CNRS UMR 7030, Université Paris 13, Sorbonne Paris Cité
LIFL, Université Lille 1, France

Contexte

Les systèmes temps réel multi-processeurs sont devenus omniprésents ces dernières années. Certains d'entre eux (pilotage automatique des avions et drones, voitures sans chauffeur) sont critiques en ce sens qu'aucune erreur ne doit survenir. Tester de tels systèmes peut éventuellement détecter la présence de bugs, mais pas en garantir l'absence. Il est alors nécessaire d'utiliser des méthodes telles que le model checking [BK08] afin de prouver formellement la correction d'un système.

Déterminer un ordonnancement (*scheduling*) correct des tâches effectuées par les processeurs est crucial pour la sûreté du système. Ces systèmes sont caractérisés par un ensemble de constantes temporelles, telles que la période de lecture d'un capteur d'altitude sur un drone, ou la durée minimale ou maximale d'un calcul sur un satellite. Bien que des techniques permettant de vérifier le système pour *un* ensemble de constantes existent, vérifier formellement le système pour de nombreuses valeurs de ces constantes peut demander un temps extrêmement long, voire infini si l'on cherche à vérifier des ensembles denses de valeurs.

Il est alors intéressant de raisonner paramétriquement, en considérant que ces constantes temporelles sont inconnues, c'est-à-dire des *paramètres*, et synthétiser une contrainte sur ces paramètres garantissant qu'il existe un ordonnancement des tâches à effectuer par les processeurs tel que le système est correct. Plusieurs techniques ont été proposées afin de résoudre ce problème [AHV93, AS13], notamment dans le cadre de l'ordonnancement [SSL⁺13]. La figure 1 illustre un exemple de tel résultat, où les zones en vert et rouge représentent des valeurs pour les paramètres T_1 et T_2 pour lesquelles le système est respectivement correct et incorrect.

Sujet du stage

L'objectif du stage est de mettre au point des techniques de vérification paramétrée de systèmes temps-réel appliquées au cas de l'ordonnancement multi-processeurs.

Une implémentation sera également effectuée par l'étudiant afin de valider l'approche proposée. Une option possible est de réutiliser l'outil IMITATOR [AFKS12].

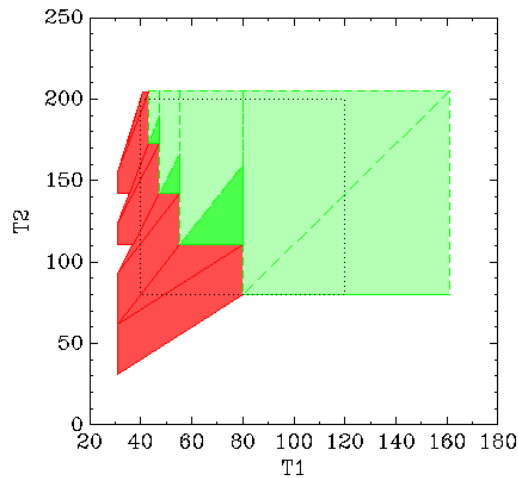
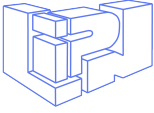


FIGURE 1 – Exemple de synthèse de paramètres pour un ordonnanceur

Mots-clés

Méthodes formelles, model-checking, systèmes multiprocesseurs, ordonnancement, systèmes temps-réel, synthèse de paramètres

Compétences

Une connaissance d'un ou plusieurs des concepts suivants serait un plus, sans être indispensable pour autant : automates temporisés, scheduling, OCaml.

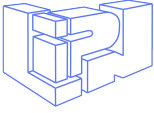
Conditions

Le stage se déroule dans l'un des deux laboratoires suivants, au choix du candidat :

- LIPN (Laboratoire d'Informatique de Paris Nord), Université de Paris 13, Sorbonne Paris Cité (campus de Villetaneuse), France, et/ou
- LIFL, Université Lille 1, France

Rémunération standard.

En fonction de la motivation et du projet professionnel du candidat, ce stage est susceptible de se prolonger par une thèse.



Références

- [AFKS12] Étienne André, Laurent Fribourg, Ulrich Kühne, and Romain Soulat. IMITATOR 2.5 : A tool for analyzing robustness in scheduling problems. In Dimitra Giannakopoulou and Dominique Méry, editors, *Proceedings of the 18th International Symposium on Formal Methods (FM'12)*, volume 7436 of *Lecture Notes in Computer Science*, pages 33–36. Springer, August 2012.
- [AHV93] Rajeev Alur, Thomas A. Henzinger, and Moshe Y. Vardi. Parametric real-time reasoning. In *STOC 93*, pages 592–601. ACM, 1993.
- [AS13] Étienne André and Romain Soulat. *The Inverse Method*. FOCUS Series in Computer Engineering and Information Technology. ISTE Ltd and John Wiley & Sons Inc., 2013. 176 pages.
- [BK08] Christel Baier and Joost-Pieter Katoen. *Principles of Model Checking*. MIT Press, 2008.
- [SSL⁺13] Youcheng Sun, Romain Soulat, Giuseppe Lipari, Étienne André, and Laurent Fribourg. Parametric schedulability analysis of fixed priority real-time distributed systems. In Cyrille Artho and Peter Ölveczky, editors, *Second International Workshop on Formal Techniques for Safety-Critical Systems (FTSCS'13)*, volume 419 of *Communications in Computer and Information Science*, pages 212–228. Springer, October 2013.