

Titre: Calculs d'ensembles atteignables pour les équations aux dérivées partielles

Mots-clés: Méthodes formelles, analyse d'atteignabilité

Lieu et équipe: LIX, Bâtiment Turing, campus de l'Ecole Polytechnique.

Au sein du laboratoire d'informatique de l'Ecole Polytechnique (LIX), le stagiaire intégrera l'équipe Cosynus, dont les recherches portent sur la sémantique et l'analyse statique des systèmes logiciels, distribués, hybrides et cyber-physiques.

Encadrement: Sylvie Putot & Eric Goubault – email: putot@lix.polytechnique.fr

Présentation générale: Le calcul d'ensemble d'états atteignables de systèmes dont des paramètres ou conditions initiales sont incertaines et à valeurs dans des ensembles, est un outil fondamental pour la vérification de la sûreté et la falsification de systèmes cyber-physiques (CPS) dont la dynamique suit des lois physiques habituellement représentées par des équations différentielles. Au cours des deux dernières décennies, de nombreuses méthodes et outils d'analyse d'atteignabilité ont été proposés pour les d'équations différentielles ordinaires (EDOs), qui apparaissent classiquement dans la modélisation CPS.

Mais de nombreux CPS impliquent la détection et le contrôle de phénomènes physiques plutôt modélisés par des équations aux dérivées partielles (EDP). Or, s'il existe un large spectre de méthodes numériques pour les EDP, il n'existe presque aucun travaux, à l'exception notamment de [IFAC18] (le début du stage consistera bien sur notamment à recenser et comprendre l'existant), portant sur le calcul d'états atteignables pour des EDP, permettant la vérification et la falsification de propriétés sur de tels systèmes.

Objectifs du stage: Le stage vise à proposer et expérimenter une analyse d'atteignabilité d'EDP simples. Après avoir fait un rapide panorama de l'état de l'art, une approche à explorer serait d'étendre les méthodes à base de modèles de Taylor qui permettent actuellement de calculer efficacement des approximations des ensembles atteignables pour des systèmes d'EDOs, possiblement avec des retards [HSCC17, CAV18]. On pourra comparer les résultats de l'analyse obtenue par rapport à une approximation par discretization comme proposée dans [ARCH18].

Possibilité de thèse.

Bibliographie:

[IFAC18] Reachability Analysis for One Dimensional Linear Parabolic Equations, H.D.Tran, *W.Xiang, *S. Bak**, T.T.Johnson, Conference on Analysis and Design of Hybrid Systems 2018

[ARCH18] Discrete-Space Analysis of Partial Differential Equations, H.-D. Tran, T. Bao, T. T. Johnson, ARCH workshop on Applied Verification of Continuous and Hybrid Systems 2018

[HSCC17] E. Goubault, S. Putot, Forward Inner-Approximated Reachability of Non-Linear Continuous Systems. actes de la conférence HSCC 2017

[CAV18] E. Goubault, S. Putot et L. Sahlman, Inner and Outer Approximating Flowpipes for Delay Differential Equations, actes de Conference on Computer Aided Verification CAV 2018