

Sujet de stage: Conception d'une variante "regression symbolique" de l'algorithme Black-DROPS (apprentissage par renforcement *data-efficient* basé modèle).

Nom de l'encadrant : Jean-Baptiste Mouret - jean-baptiste.mouret@inria.fr

Compétences appréciées :

- Apprentissage par renforcement
- Apprentissage supervisé
- Programmation C++

Contexte

Ce stage s'inscrit dans le projet ERC "ResiBots" (2015-2020) [1] qui vise à concevoir de nouveaux algorithmes d'apprentissage permettant aux robots de trouver de nouvelles manières de fonctionner lorsqu'ils sont endommagés. Les algorithmes sont des algorithmes d'apprentissage par renforcement (apprentissage par essai-erreur) qui doivent fonctionner avec un budget de tests très réduit (typiquement moins de 10 tests).

Sujet

L'algorithme Black-DROPS [2] est un algorithme de recherche de politique basé sur un modèle qui est (1) très *data-efficient* (3-4 tests pour apprendre à contrôler un pendule inverse), (2) ne nécessite que très peu de temps d'interaction, (3) peut tirer partie des machines multi-coeur pour accélérer la recherche de politique, (4) peut exploiter des simulateurs comme a priori.

La version actuelle modélise la dynamique du robot avec des processus gaussiens (Gaussian processes) et optimise des politiques paramétrées. Le but de ce stage est d'explorer et d'évaluer les possibilités de la programmation génétique pour faire de la regression symbolique [3] afin de :

- remplacer le modèle à base de processus gaussiens par une formule symbolique
- remplacer les politiques par une boucle de contrôle symbolique.

Pour prendre en compte les incertitudes de modélisation, on se basera sur les méthodes à base de bootstrap [4]. Pour accélérer le processus de régression, on évaluera la sélection "lexicase" [5].

Dr. Jean-Baptiste Mouret
Inria senior researcher / DR2

jean-baptiste.mouret@inria.fr

Utiliser de la regression symbolique pourrait permettre de (1) accélérer l'algorithme, et (2) donner des solutions qui peuvent être expliquées et analysées à la place des "boîtes noires" que sont les réseaux de neurones ou les processus gaussiens.

[1] Cully, A., Clune, J., Tarapore, D., & Mouret, J. B. (2015). Robots that can adapt like animals. *Nature*, 521, 503-507.

[1] Chatzilygeroudis K, Rama R, Kaushik R, Goepf D, Vassiliades V, Mouret JB. Black-Box Data-efficient Policy Search for Robotics. *Proc. of IEEE IROS*, 2017.

[2] Schmidt M, Lipson H. Distilling free-form natural laws from experimental data. *Science*. 2009 Apr 3;324(5923):81-5.

[3] Parasuraman, Kamban, and Amin Elshorbagy. "Toward improving the reliability of hydrologic prediction: Model structure uncertainty and its quantification using ensemble-based genetic programming framework." *Water Resources Research* 44.12 (2008).

[4] Helmuth T, Spector L, Matheson J. Solving uncompromising problems with lexicase selection. *IEEE Transactions on Evolutionary Computation*. 2015 Oct;19(5):630-43.