

Apprentissage développemental d'interactions multi-agents en environnements de simulation robotique réalistes

Le LCIS propose un stage orienté recherche pour deuxième année de Master ou PFE ingénieur, sur le thème de l'apprentissage cumulatif de comportements dans un contexte de simulation robotique collective.

Un des aspects principaux du développement cognitif chez les humains est la construction de comportements complexes par un processus incrémental, en se basant sur des comportements plus simples acquis précédemment. Le domaine de la Robotique Développementale s'inspire, entre autres, de ce phénomène pour proposer une approche à l'apprentissage et l'intelligence artificielle dédiée aux agents. Des travaux récents réalisés dans des environnements simulés ont montré qu'un robot peut apprendre des actions simples, tels que le déplacement vers un objectif ou l'évitement d'obstacles puis, également par apprentissage, les combiner pour acquérir de nouvelles capacités plus complexes tels que la collecte de ressource à la manière fourmis (fourrageage).

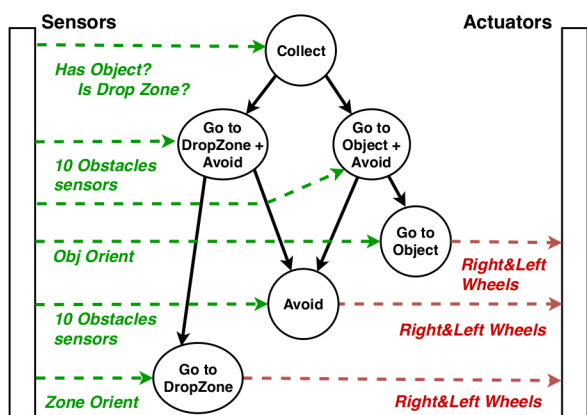


Figure 1. Schéma de comportement acquis par développement. Architecture MIND.

Dans le projet proposé, l'objectif à terme est que des robots apprennent à collaborer sur une tâche collective dans un environnement de simulation le plus proche possible des plateformes robotiques ciblées (terrestres/aériennes). La complexité des comportements collectifs peut aller de la coordination d'une population de robots homogène jusqu'à la coopération dans une population hétérogène avec rôles et organisations. Par exemple la formation dynamique de groupes de robots mobiles terrestres et drones aériens se répartissant différentes tâches afin de combattre un incendie.

Techniquement, L'apprentissage de chaque compétence se fait par l'évolution de réseaux de neurones à l'aide d'algorithmes génétiques, entraînés dans un environnement de simulation. Les compétences apprises sont coordonnées entre elles par une architecture dédiée au développement d'agents artificiels. La Figure 1 montre la combinaison de plusieurs compétences de déplacement simples (suivi de cible, évitement d'obstacles) en un comportement de collecte de ressources.

Programme et modalités de réalisation

Les objectifs principaux sont :

- Choisir une plate-forme de simulation robotique adaptée aux besoins du projet à partir d'un état de l'art portant sur des critères de réalisme (détails de l'environnement, moteur physique, réplique de plateforme robotiques existantes...), de performance et de facilité d'intégration.
- Intégrer les solutions d'apprentissage développemental proposées par l'équipe du LCIS au sein de la solution de simulation choisie.
- Guider l'apprentissage de robots simulés afin d'acquérir progressivement des comportements complexes à partir de combinaisons d'actions simples. Poursuivre ce processus de développement jusqu'à la construction de comportements collectifs nécessitant une coopération multi-agent dans un groupe de robots hétérogène.



Les travaux de l'étudiant s'appuieront sur des outils existants pour la réalisation de l'environnement de simulation (tels que Gazebo, Webots ...), ainsi que sur les travaux de recherche de l'équipe. Notamment sur l'architecture MIND qui supporte l'apprentissage développemental de comportements individuels dans des environnements simples (Figure 2). Cette architecture et les travaux menés sur la thématique au sein de l'équipe sont présentés sur le site :

<https://www.lirmm.fr/~suro/Works.html>

L'article suivant décrit les principes de base de MIND :

https://www.lirmm.fr/~suro/articles/MIND_jfsma_20190528.pdf

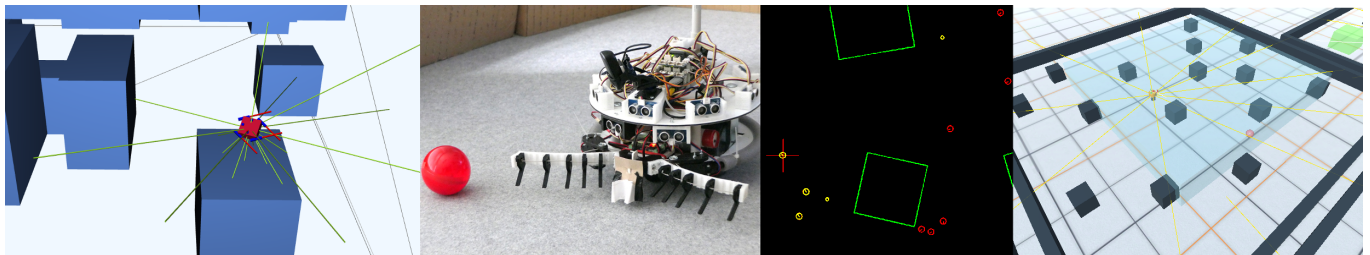


Figure 2. Exemples de simulateurs et applications développées pour MIND. Les environnements 2D et 3D sont peu détaillés, basés sur des moteurs physiques simples et restent très éloignés des conditions de fonctionnement de robots réels.

Compétences développées

- Rédaction d'un état de l'art/veille technologique.
- Prise en main d'outils de simulations robotique avancés.
- Mise en place d'algorithmes d'apprentissage et de méthodes d'IA sur calculateurs HPC.
- Introduction au métier de la recherche, proposition d'une contribution scientifique s'appuyant sur les travaux de la communauté.

Informations

Le stage se déroulera dans les locaux du LCIS à Valence, sur une durée de 6 mois et sera rémunéré conformément aux barèmes en vigueur. Le projet proposé pourra potentiellement se poursuivre en thèse.

Pour candidater, envoyez une lettre de motivation et éventuellement des liens vers des projets et réalisations auxquelles vous avez participé.

Pour plus de détails sur le projet :

francois.suro@univ-grenoble-alpes.fr

ou

clement.raievsky@univ-grenoble-alpes.fr

References

- F. Suro, J. Ferber, T. Stratulat, F. Michel, A hierarchical representation of behaviour supporting open ended development and progressive learning for artificial agents, *Autonomous Robots* (2021).
- F. Suro, J. Ferber, T. Stratulat, F. Michel, Émergence de comportements collectifs basée sur l'apprentissage progressif individuel, in: N. Sabouret (Ed.), *Architectures multi-agents pour la simulation de systèmes complexes – Vingt-huitième journées francophones sur les systèmes multi-agents*, JFSMA, Cépaduès, 2020.
- E. Oztop, E. Ugur, Lifelong robot learning, *Encyclopedia of Robotics*, Springer, 2020, pp.1-12.
- G. Schlotterbeck, C. Raïevsky, L. Lefèvre, Decentralized estimation of forest fire spread using reactive and cognitive mobile sensors, in : *Natural Computing*, Springer Verlag, 2018, pp.537-551.
- T. Plénet, C. Raïevsky, L. Lefèvre, Social Organisation of Mobile Sensors for Wildfire Spread Estimation, in : *IFAC-PapersOnLine*, Elsevier, 2020, pp. 3596-3601.
- Raïevsky, C., Michaud, F., «Improving situated agents adaptability using interruption theory of emotions». In M. Asada, J.C. Hallam, J.A. Meyer et J. Tani (réds.), *Proceedings of the 10th International Conference on Simulation of Adaptive Behavior*. Osaka, Japan, p. 301–310, 2008.
- J. Collins, S. Chand, A. Vanderkop and D. Howard, "A Review of Physics Simulators for Robotic Applications," in *IEEE Access*, vol. 9, pp. 51416-51431, 2021, doi: 10.1109/ACCESS.2021.3068769.
- Choi H, Crump C, Duriez C, Elmquist A, Hager G, Han D, Hearl F, Hodgins J, Jain A, Leve F, Li C, Meier F, Negrut D, Righetti L, Rodriguez A, Tan J, Trinkle J. On the use of simulation in robotics: Opportunities, challenges, and suggestions for moving forward. *Proc Natl Acad Sci U S A*. 2021 Jan 7;118(1):e1907856118. doi: 10.1073/pnas.1907856118.

