

SOUTENANCE DE THESE THESIS DEFENSE

Nicolas CAMBIER

Unité de Recherche : Laboratoire Heudiasyc, Labex MS2T

soutiendra sa thèse de Doctorat sur le sujet :

Bio-inspired Collective Exploration and Cultural Organisation

A l'université de technologie de Compiègne
Le mercredi 23 octobre 2019 à 14h00
Amphi L103 – Centre Pierre Guillaumat - UTC

Devant le jury composé de :

- M. Gusz Eiben, professeur, université d'Amsterdam, Pays-Bas
- M. Olivier Simonin, professeur des universités, INSA-CITI-INRIA, Lyon
- Mme Amanda Prorok, professeur assistant, université de Cambridge, Grande-Bretagne
- M. Nicolas Bredeche, professeur des universités, Sorbonne Université, UPMC, Paris
- M. Sébastien Destercke, chargé de recherches CNRS, Heudiasyc, université de technologie de Compiègne
- M. Eliseo Ferrante, maître de conférences, université de Birmingham, Grande Bretagne
- M. Vincent Frémont, professeur des universités, école centrale de Nantes

Invité :

M. Vito Trianni, chercheur, institut des sciences et des techniques cognitives, Rome, Italie

Exploration collective bio-inspirée et organisation culturelle

Résumé

Les systèmes autonomes sont récemment devenus une solution efficace pour des applications telles que l'exploration et la surveillance d'environnements. Dans ces situations, l'utilisation de plusieurs robots pourrait améliorer l'efficacité des solutions proposées, bien que cela nécessite des stratégies d'organisation qui soient à la fois robuste, flexible et adaptables à la taille de la flotte de robots. En robotique en essaim, ces qualités sont assurées par la décentralisation, la redondance (plusieurs/tous les robots effectuent la même tâche), des interactions locales et des règles simples. Les interactions et communications locales sont une composante clef de la robotique en essaim. Jusqu'ici, la communication n'a été utilisée que pour des tâches relativement simples, tels que signaler les préférences ou l'état d'un robot. Cependant, la communication peut être bien plus riche et similaire aux langages humains. Dans ces conditions, elle permettrait aux essaims de robots de gérer de nouvelles situations qui ne seraient pas prévues par leurs concepteurs. De riches communications sont donc nécessaires pour obtenir des essaims entièrement autonomes, en particulier dans des environnements inconnus.

Dans cette thèse, nous proposons une approche pour faire émerger des communications riches dans des essaims de robots en utilisant les jeux de langages comme protocole de communication et l'agrégation probabiliste comme cas d'étude. L'agrégation probabiliste est un prérequis pour de nombreuses tâches en robotique en essaim mais elle est aussi extrêmement sensible aux conditions expérimentales. Elle requiert donc un réglage spécifique de ses paramètres pour chaque nouvelle condition, y compris les changements d'échelle ou de densité.

Avec notre approche, nous avons observé que l'exécution simultanée du jeu de nommage et de l'agrégation mène, dans certaines conditions, à un nouveau comportement d'agglomération en plusieurs groupes, chacun avec son propre nom, qui est contrôlable via les paramètres de l'agrégation. En poussant ces interactions plus loin, nous démontrons que les dynamiques sociales du jeu de nommage peuvent sélectionner des paramètres d'agrégation efficaces. Cette sélection culturelle crée donc des contrôleurs résilients, qui évoluent en-ligne en fonction du contexte courant.

Bio-inspired collective exploration and cultural organisation

Summary

Automatically-controlled artificial systems have recently been used in numerous settings including environmental monitoring and explorations, with great success. In such cases, the use of multiple robots could increase efficiency, although we should ensure that their communication and organisation strategies are robust, flexible, and scalable. These qualities can be ensured through decentralisation, redundancy (many/all robots perform the same task), local interaction, and simplistic rules, as is the case in swarm robotics.

One of the key components of swarm robotics is local interaction or communication. The latter has, so far, only been used for relatively simple tasks such as signalling a robot's preference or state. However, communication has more potential because the emergence of meaning, as it exists in human language, could allow robots swarms to tackle novel situations in ways that may not be a priori obvious to the experimenter. This is a necessary feature for having swarms that are fully autonomous, especially in unknown environments.

In this thesis, we propose a framework for the emergence of meaningful communications in swarm robotics using language games as a communication protocol and probabilistic aggregation as a case study. Probabilistic aggregation can be a prerequisite to many other swarm behaviours but, unfortunately, it is extremely sensitive to experimental conditions, and thus requires specific parameter tuning for any setting such as population size or density.

With our framework, we show that the concurrent execution of the naming game and of probabilistic aggregation leads, in certain conditions, to a new clustering and labelling behaviour that is controllable via the parameters of the aggregation controller. Pushing this interplay forward, we demonstrate that the social dynamics of the naming game can select efficient aggregation parameters through environmental pressure. This creates resilient controllers as the aggregation behaviour is dynamically evolved online according to the current environmental setting.