

M2 stage recherche

SÛRETÉ DES ESSAIMS DE ROBOTS MOBILES – COUVERTURE DE ZONE ET VISION CONTRAINTE

LIEU : Laboratoire VERIMAG
Bât. IMAG – Université Grenoble Alpes
700, avenue centrale
38401 Saint Martin d’Hères

ENCRADREMENT :

	Lionel Rieg (Grenoble),	Xavier Urbain (Lyon),	Pierre Courtieu (Paris)
Tel. :	04 57 42 22 09,	01 40 27 24 13,	04 27 46 57 07,
Email :	lionel.rieg@grenoble-inp.fr ,	xavier.urbain@univ-lyon1.fr ,	pierre.courtieu@cnam.fr

DIRECTEUR DU LABORATOIRE : David Monniaux

CONTEXTE ET BUTS SCIENTIFIQUES

Ce travail prend place au sein du projet ANR [SAPPORO](https://sapporo.liris.cnrs.fr) (2020-2024) impliquant l’Université Lyon-1, Sorbonne Université, le CNAM Paris et le Tokyo Institute of Technology (Japon).

<https://sapporo.liris.cnrs.fr>

Le contexte

Les réseaux de robots autonomes ont capté l’attention de la communauté de l’algorithmique distribuée, de l’industrie et des grands média par les nouvelles applications et la rupture technologique qu’ils promettent. Exploration d’espaces difficile d’accès ou dévastés par une catastrophe, recherche de survivants, décontamination et démantèlement de centrales dangereuses sont autant d’exemples qui montrent l’intérêt d’essaims de robots autonomes et mobiles ; ils soulignent en outre l’extrême dynamique et la complexité de ce modèle émergent.

Lorsque des vies sont en jeu, il est impératif d’avoir les plus fortes garanties de correction possibles sur les protocoles, c’est-à-dire sur le comportement de l’essaim par rapport à ce qu’on en attend. *On s’intéresse donc à la preuve formelle dans le cadre des robots mobiles*, notamment à l’aide du cadre formel Pactole¹.

De nombreuses variantes du modèle introduit en 1999 par Susuki et Yamashita [2] sont apparues au fur et à mesure de sa popularité grandissante ; on pourra en trouver les descriptions dans de récents ouvrages [1]. Nous considérons le modèle de base où les robots sont équipés du même programme (le protocole) et opèrent selon un cycle Perception-Calcul-Déplacement (Look-Compute-Move). Durant la première phase, le robot reçoit *une perception* d’un instantané de l’environnement, exprimée dans son propre référentiel auto-centré et qui n’a pas forcément les mêmes échelles ou orientations que ceux de ses congénères (il peut même être différent d’un cycle au suivant). À partir de cette perception *uniquement*, le robot calcule à l’aide du programme embarqué une destination (toujours exprimée dans son propre référentiel). Il se déplace enfin vers celle-ci au cours de la dernière phase.

Le problème

La recherche de survivants dans une zone dévastée ou le monitoring de secteurs difficiles d’accès sont des cas d’applications vedettes de la robotique, en particulier en essaim. La construction d’un réseau dynamique par une flotte de drones/robots (à vision limitée) embarquant des relais (eux aussi à portée limitée) peut assurer la surveillance et la couverture réseau de régions autrement interdites. L’obtention de la couverture et son maintien sont les propriétés que nous étudions.

Le but de ce travail est de proposer un mécanisme de dispersion, sans collision, de robots à vision limitée afin d’obtenir une couverture d’une zone prédéfinie. Les contraintes de relief par exemple

1. <https://pactole.liris.cnrs.fr>

peuvent introduire des masquages ou imprécisions dans la perception des drones. On s'intéressera donc à différentes hypothèses sur les capacités des capteurs des robots : vision imparfaite où certains des robots à portée ne sont pourtant pas vus, vision imprécise où les robots ne sont pas détectés exactement à la position qu'ils occupent. On s'attachera à modéliser voire prouver formellement la correction du nouveau protocole obtenu.

NOTIONS RECOMMANDÉES :

- Preuve formelle, assistants à la preuve (Coq),
- Algorithmique distribuée.

Références

- [1] Paola Flocchini, Giuseppe Prencipe, and Nicola Santoro, editors. *Distributed Computing by Mobile Entities*, volume 11340 of *Lecture Notes in Computer Science, Theoretical Computer Science and General Issues*. Springer Nature, 2019.
- [2] Ichiro Suzuki and Masafumi Yamashita. Distributed Anonymous Mobile Robots : Formation of Geometric Patterns. *SIAM Journal of Computing*, 28(4) :1347–1363, 1999.