



Dynamic Solving Algorithms for the Multi-Robots Task Allocation Problem Preserving the Connectivity of the Communication Network

Stratégies de Résolution Dynamique pour le Problème d'Allocation de Tâches Multi-Robots Favorisant la Connexité du Réseau de Communications

Soutenance de thèse – Félix Quinton

7 décembre 2023, 10h00

Amphi 2, ISAE-SUPAERO, Toulouse

La soutenance aura également lieu en visioconférence via zoom.

Pour recevoir le lien de connexion, veuillez contacter charles.lesire@onera.fr ou christophe.grand@onera.fr

Devant le jury composé de :

BEYNIER Aurélie	Université Sorbonne	Examinatrice
GRAND Christophe	ONERA/DTIS	Co-Directeur de thèse
JAMONT Jean-Paul	Université Grenoble	Rapporteur
LACROIX Simon	LAAS-CNRS	Examineur
LESIRE-CABANIOLS Charles	ONERA/DTIS	Co-Directeur de thèse
SIMONIN Olivier	INSA Lyon	Rapporteur

Résumé

Jadis réservés à l'exploration spatiale et aux laboratoires de recherche, les applications robotiques font aujourd'hui parti de notre quotidien. Robots aspirateurs, tondeuses autonomes, et véhicules semi-autonomes sont aujourd'hui produits en masse et équipent de nombreux foyers. Cependant, ces robots, très spécialisés, ne sont pas amenés à coopérer, et s'ignorent les uns les autres. Pourtant, les milieux scientifiques, militaires et industriels, s'intéressent depuis de nombreuses années aux systèmes multi-robots, consistant en plusieurs robots devant coordonner leurs actions pour atteindre un objectif commun. En coopérant, les robots composant ces systèmes ont accompli des exploits scientifiques, tels que l'échantillonnage de la comète Tchouri par la mission Rosetta.

Un élément fondamental pour la coopération d'une équipe de robots est que ceux-ci soient en mesure de se coordonner, ce qui n'est possible que s'ils parviennent d'abord à s'accorder sur le partage des tâches qui leur permettra d'atteindre l'objectif leur ayant été assigné. Pour ce faire, ils doivent, ensemble, résoudre le problème d'allocation des tâches, qui nécessite donc une attention particulière. En effet, si ce processus devait échouer à allouer une tâche, celle-ci ne serait pas exécutée par les robots, entraînant l'échec partiel ou complet de la mission. En conséquence, les chercheurs ont proposé de nombreux paradigmes pour résoudre l'allocation des

tâches, et pour réparer l'allocation dans l'éventualité qu'elle soit perturbée par des événements imprévisibles. Face à de tels événements, les robots peuvent être amenés à se concerter pour s'accorder sur une nouvelle allocation des tâches, c'est-à-dire, à procéder à des réallocations dynamiques. Or, la qualité des réallocations dynamiques est corrélée au nombre de robots y participant. Malgré cela, peu de travaux ont été consacrés au maintien d'un réseau de communication bien connecté au sein de l'équipe multi-robots, alors même qu'en augmentant le nombre de participants aux réallocations dynamiques, un réseau bien connecté améliorerait la qualité des réallocations et la robustesse du système multi-robots.

Les travaux rapportés au sein de ce manuscrit s'attachent à répondre à ce besoin, en proposant des stratégies pour favoriser des allocations de tâches dans lesquelles la qualité du réseau est maintenue. Ainsi, nous introduisons, dans le cadre d'approches de résolution basées enchères, une stratégie d'évaluation des mises basée sur une anticipation de la connexité du réseau de communication pour inciter les robots à surévaluer les enchères émises pour les tâches leur permettant de communiquer avec leurs coéquipiers. Grâce à cette stratégie d'évaluation des mises, nous sommes parvenus à améliorer la robustesse du système multi-robots face à des événements imprévisibles, par rapport à une stratégie d'évaluation usuelle. Cependant, les performances absolues obtenues grâce aux approches basées enchères n'ont pas été satisfaisantes, car les réallocations échouent relativement souvent, laissant des tâches non allouées et provoquant l'échec total des missions. Pour remédier à cela, nous présentons également une adaptation d'algorithmes d'optimisation sous contraintes distribuée pour la résolution de l'allocation de tâches. Ces approches, ayant peu été investiguées pour leurs applications aux systèmes multi-robots, permettent une exploration plus profonde de l'espace de recherche, au prix de temps de calcul relativement élevés. En plus de décrire un modèle permettant de représenter une application multi-robots dans le cadre de ces approches, nous proposons également des ensembles de contraintes dédiés au maintien de la connexité du réseau de communication. Ces contraintes ont significativement amélioré la qualité des réallocations dynamiques, augmentant la robustesse et les performances du système multi-robots.

Mots clés

Systèmes Multi-Robots, Allocation de Tâches, Optimisation sous Contraintes Distribuée, Approches Basées Enchères