

Proposta de Tema de Mestrado

Coordenação de Sistemas Multirrobo

Orientador: Prof. Fabio L. Baldissera

Coorientadores: Prof. Max H. de Queiroz, Prof. Felipe Cabral

1. Contextualização e Motivação

Os avanços recentes em tecnologias de sensoriamento, processamento, comunicação e atuação têm permitido expandir sobremaneira as fronteiras de aplicação de robôs móveis. Em um futuro próximo, sistemas multi-robôs e/ou enxames de robôs, em lista naturalmente não exaustiva: terão participação importante na construção civil e na construção de bases para exploração de outros planetas; auxiliarão equipes de resgate na busca por sobreviventes em situações de catástrofes civis ou desastres naturais; vigiarão fronteiras nacionais para reforçar políticas de segurança; monitorarão plantações para reconhecer pragas ou para indicar o momento ótimo de colheita, diminuindo desperdício no setor agrícola; patrulharão ecossistemas marinhos e terrestres, evitando a exploração ilegal de recursos ambientais.

Dada a complexidade – e criticidade – das tarefas que esses robôs realizarão, bem como o elevado número de robôs que serão empregados em cada tarefa, resta evidente a necessidade de desenvolver métodos escaláveis para síntese de algoritmos que coordenam sistemas multi-robôs.

Embora o tema relacionado à cooperação de sistemas multi-robôs para realização de tarefas complexas tenha sido objeto de intensa pesquisa nas últimas duas décadas, é comparativamente pequena a parcela dos trabalhos que se dedicaram à modelagem, síntese formal de estratégias de coordenação e à análise formal dos sistemas multi-robôs projetados [1, 2, 3].

A ausência de métodos formais para síntese e análise de algoritmos de coordenação dificulta o tratamento de sistemas multi-robôs mais complexos (i.e., com muitos robôs ou com interações qualitativamente diversas entre eles), especialmente nos casos de enxames robóticos [4, 5], em que centenas e até milhares de robôs são empregados. Além disso, a pouca ênfase no estudo de algoritmos de coordenação corretos por construção, bem como na análise formal dos sistemas envolvidos, retarda o emprego de sistemas multi-robôs em aplicações críticas em termos de segurança.

2. Objetivos

Os objetivos gerais deste trabalho de mestrado são:

1. desenvolver métodos escaláveis e corretos por construção para coordenação de sistemas multi-robôs e enxames de robôs físicos, garantindo que os robôs cumpram uma dada missão, a despeito de incertezas e variações em parâmetros do ambiente em que atuam. Privilegiar-se-á a temática de construção robótica (ver referência [6]);
2. desenvolver métodos computacionalmente eficientes para análise formal do comportamento de sistemas multi-robôs e enxames de robôs físicos.

3. Características desejáveis do candidato

1. Interesse em Teoria de Sistemas Dinâmicos, em particular em técnicas de Sistemas a Eventos Discretos e Híbridos;
2. Interesse em programação e desenvolvimento de algoritmos;
3. Familiaridade com formalização matemática de ideias;
4. Leitura avançada de artigos técnicos em inglês.

Referências Bibliográficas

- [1] L. Chaimowicz, M. F. M. Campos, and V. Kumar. Hybrid systems modeling of cooperative robots. In 2003 IEEE International Conference on Robotics and Automation, volume 3, pages 4086–4091 vol.3.
- [2] C. Belta, A. Bicchi, M. Egerstedt, E. Frazzoli, E. Klavins, and G. J. Pappas. Symbolic planning and control of robot motion [grand challenges of robotics]. IEEE Robotics Automation Magazine, 14(1):61–70, March 2007.
- [3] Javier Alonso-Mora, Jonathan A. DeCastro, Vasumathi Raman, Daniela Rus, and Hadas Kress-Gazit. Reactive mission and motion planning with deadlock resolution avoiding dynamic obstacles. Autonomous Robots, 42(4):801–824, Apr 2018.
- [4] Mohammadreza Chamanbaz, David Mateo, Brandon M. Zoss, Grgur Tokic, Erik Wilhelm, Roland Bouffanais, and Dick K. P. Yue. Swarm-enabling technology for multi-robot systems. Frontiers in Robotics and AI, 4:12, 2017.
- [5] S. Nagavalli, N. Chakraborty, and K. Sycara. Automated sequencing of swarm behaviors for supervisory control of robotic swarms. In 2017 IEEE International Conference on Robotics and Automation (ICRA), pages 2674–2681, May 2017.
- [6] K. Petersen, N. Napp, and R. Stuart-Smith. A Review of Collective Robotic Construction. Science Robotics, Vol. 4, Issue 28, Mar 2019.