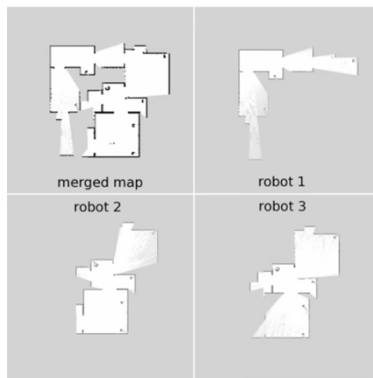


Mapeamento Descentralizado com Múltiplos Robôs Móveis Cooperativos

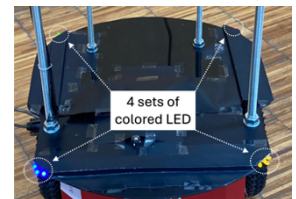
Tema para Dissertação de Mestrado 2026/27

A localização e mapeamento simultâneo (SLAM) é um problema fundamental em robótica móvel. O SLAM com múltiplos robôs permitir reduzir significativamente o tempo necessário para obter um mapa completo do ambiente, sobretudo em ambientes de grande escala, porque diferentes robôs podem mapear em simultâneo diferentes regiões do ambiente. Todavia, envolve desafios relacionados com coordenação e partilha eficiente de dados entre robôs, fusão ou alinhamento de mapas locais (Ali et al., 2019) num sistema de coordenadas comum, deteção mútua dos robôs, e processamento descentralizado do mapa global para evitar gargalos de processamento e a existência de um ponto central de falha no sistema. Tendo já sido propostos na



literatura diversos métodos de SLAM para múltiplos robôs, e.g., baseados em filtros de partículas (Howard, 2006; Carlone et al., 2010) ou em otimização de grafos de poses (Fox et al., 2010), a resolução do problema de forma não centralizada continua em aberto, no que diz respeito robustez, eficiência e escalabilidade para muitos robôs (e.g., dezenas de robôs).

Este projeto de dissertação de mestrado visa desenvolver uma solução descentralizada de SLAM multi-robô para espaços de trabalho 2D. A solução será desenvolvida e validada quer em experiências realizadas em simulação quer numa equipa de até 5 robôs reais Pioneer P3-DX (ver foto no topo à direita). Para possibilitar a deteção mútua e localização relativa dos robôs, será usado um pacote ROS de localização relativa previamente desenvolvido no grupo de investigação, baseado na deteção com uma câmara de LED de cores diferentes existentes nos robôs, dispostos em quadrado (ver foto de pormenor ao lado).



Os objetivos são: i) desenvolvimento de uma solução descentralizada para SLAM multi-robô; ii) integração e implementação em ROS 2 da solução desenhada; iii) validação experimental baseada em simulação e em testes com robôs reais.

Plano de trabalhos para o 1.º semestre: análise do estado da arte; familiarização com metodologias importantes para o desenvolvimento da dissertação (ROS 2, simuladores robóticos integrados em ROS 2, algoritmos de SLAM); migração de ROS 1 para ROS 2 do pacote de localização relativa.

Plano de trabalhos para o 2.º semestre: desenho de uma estratégia descentralizada de SLAM multi-robô; implementação em ROS 2 da estratégia de SLAM multi-robô; validação em simulação e com uma equipa de dois robôs reais; validação experimental em equipas de até cinco robôs reais.

Os candidatos a este tema devem, preferencialmente, possuir conhecimentos básicos de robótica móvel e boas competências de programação. Este trabalho será realizado no Laboratório de Robótica Móvel do Instituto de Sistemas e Robótica – Univ. de Coimbra.

Referências:

- Ali, S. S., Hammad, A., & Tag Eldien, A. S. (2019). Cloud-based map alignment strategies for multi-robot FastSLAM 2.0. *International Journal of Distributed Sensor Networks*, 15(3). <https://doi.org/10.1177/1550147719829329>
- Carlone, L., Ng, M. K., Du, J., Bona, B., & Indri, M. (2010). Rao-Blackwellized particle filters for multi-robot SLAM with unknown initial correspondences and limited communication. In *Proceedings of the 2010 IEEE International Conference on Robotics and Automation (ICRA)* (pp. 243–249). IEEE. <https://doi.org/10.1109/ROBOT.2010.5509307>
- Fox, D., Ko, J., Konolige, K., Limketkai, B., Schulz, D., & Stewart, B. (2006). Distributed multirobot exploration and mapping. *Proceedings of the IEEE*, 94(7), 1325–1339. <https://doi.org/10.1109/JPROC.2006.876927>
- Howard, A. (2006). Multi-robot simultaneous localization and mapping using particle filters. *The International Journal of Robotics Research*, 25(12), 1243–1256. <https://doi.org/10.1177/0278364906072864>
- Reid, R., & Bräunl, T. (2011). Large-scale multi-robot mapping in MAGIC 2010. *2011 IEEE 5th International Conference on Robotics, Automation and Mechatronics (RAM)*, 239–244. <https://doi.org/10.1109/RAMECH.2011.6070489>

Orientador: Prof. Rui P. Rocha, rprocha@deec.uc.pt