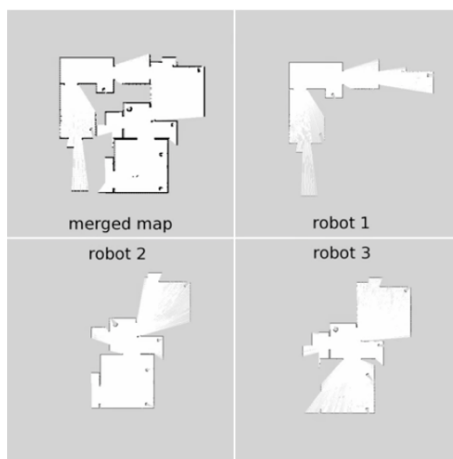


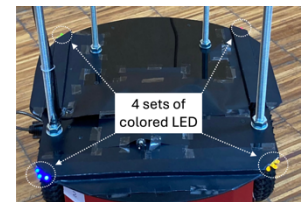
Meet2Map – Partilha Eficiente de Informação baseada em Rendezvous para Construção Cooperativa de Mapas com Múltiplos Robôs Móveis

Tema para Dissertação de Mestrado 2024/25

A localização e mapeamento simultâneo (SLAM) é um problema fundamental em robótica móvel que tem sido amplamente estudado. O SLAM com múltiplos robôs permitir reduzir 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 cooperação 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 distribuído do mapa global para evitar gargalos de processamento e a existência de um ponto central de falha no sistema. Apesar de já terem 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 a ser um problema de investigação em aberto, cuja resolução é importante em aplicações reais que requerem elevada robustez, eficiência e escalabilidade para equipas de muitos robôs (*e.g.* dezenas).



O objetivo desta dissertação de mestrado é, numa primeira fase, estudar métodos estado-da-arte de SLAM multi-robô e, nas fases subsequentes conceber e implementar em ROS2 (Macenski et al., 2022) uma solução distribuída para SLAM multi-robô usando mapas de grelhas de ocupação, assumindo que cada robô é dotado de um LiDAR 2-D. Apesar de já ter sido implementada no grupo de investigação uma solução em ROS para o problema (Martins et al, 2021), pretende-se nesta dissertação torná-la mais robusta e eficiente através da cooperação baseada em *rendezvous*. Para o efeito, será usado um pacote ROS de localização relativa implementado recentemente 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), que permite a um robô estimar a pose de um robô vizinho aquando do *rendezvous*. A nova solução será testada e validada com um número elevado de robôs em



simulação (*e.g.* usando o simulador Stage) e num grupo de vários robôs reais Pioneer P3-DX (ver foto no topo à direita).

O trabalho de dissertação será desenvolvido no Laboratório de Robótica Móvel do ISR-UC.

Palavras-chave: SLAM; sistema multi-robô; arquitetura distribuída; partilha eficiente de informação; *rendezvous*; ROS2.

Referências:

- Ali, S. S., Hammad, A., & Eldien, A. S. (2019). Cloud-based map alignment strategies for multi-robot FastSLAM 2.0. *International Journal of Distributed Sensor Networks*, 15(3). DOI: 10.1177/1550147719829
- Carlone, L., Ng, M. K., Du, J., Bona, B., & Indri, M. (2010). Rao-Blackwellized particle filters multirobot SLAM with unknown initial correspondences and limited communication. *Proceedings of 2010 IEEE Int. Conf. on Robotics and Automation* (pp. 243–249). DOI: 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 IEEE 94(7)*, 1325–1339. DOI: 10.1109/JPROC.2006.876927
- Howard, A. (2006). Multi-robot simultaneous localization and mapping using particle filters. *International Journal of Robotics Research*, 25(12), 1243–1256. DOI: 10.1177/0278364906072
- Macenski, S., Foote, T., Gerkey, B., Lalancette, C., & Woodall, W. (2022). *Robot Operating System 2: design, architecture, and uses in the wild*. *Science Robotics*, 7(66). DOI: 10.1126/scirobotics.abm6074
- Martins, G. S., Portugal, D., & Rocha, R. P. (2021). mrgs: a multi-robot SLAM framework for ROS with efficient information sharing. In A. Koubaa (ed.), *Robot Operating System, Studies in Comp. Intelligence* (pp. 45–75), Springer. DOI: 10.1007/978-3-030-45956-7_3

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