

SwarmBot – Integração em ROS de uma Plataforma Robótica Parcimoniosa para Experimentação de Robótica de Enxame

Tema para Dissertação de Mestrado 2024/25



Enxames de robôs são sistemas multi-robô capazes de exibir comportamentos cooperativos emergentes e auto-organizados a partir de leis de controle local baseadas em interações simples robô-robô e robô-ambiente (Brambilla et al., 2013). A sua principal vantagem advém de serem intrinsecamente distribuídos, permitindo que sejam robustos à falha de robôs individuais, flexíveis na adaptação a uma ampla gama de tarefas coletivas, e possam escalar naturalmente para sistemas com muitos robôs. O seu grande potencial de aplicação em tarefas envolvendo a cobertura de grandes áreas tem motivado o seu estudo por parte da comunidade robótica.

É comum no desenvolvimento de algoritmos de robótica de enxame o recurso à utilização de ferramentas de simulação (Pincirolì et al., 2012) e à experimentação com pequenos robôs físicos (Cianci et al., 2007) em *testbeds* que permitem simular em laboratório os constrangimentos essenciais de cenários de aplicação reais (e.g. alcance sensorial limitado). A natureza simples dos enxames de robôs e a necessidade de escalar as experiências para um número significativo de robôs requer parcimónia no design de cada unidade robótica, *i.e.* que os robôs possuam pequeno

tamanho, capacidade sensorial e de processamento limitadas e baixo custo.

Na fase inicial deste projeto de dissertação, será realizada a revisão do estado da arte e análise comparativa de plataformas para experimentação de robótica de enxame. Esta tarefa preparatória permitirá endereçar o objetivo principal da dissertação de mestrado que é o desenvolvimento de uma plataforma robótica para experimentação de robótica de enxame usando como base a plataforma eSwarmBot (Couceiro et al., 2012) anteriormente desenvolvida no grupo de investigação. Para além dos requisitos habituais neste tipo de plataformas (e.g. parcimónia), a plataforma eSwarmBot baseada num Arduino e dotada de motores, encoders e um sensor de luz LDR, será expandida com sensores de distância baseados em luz infravermelha, interface para comunicação ZigBee e um Raspberry Pi, um popular *single board computer* (SBC). Enquanto o Arduino existente de base assegura o controlo dos motores e o interface com os sensores, o SBC permitirá que o sistema embebido corra o sistema operativo Linux e o *middleware* ROS2 (Macenski et al., 2022). O trabalho consistirá na integração do novo hardware, no desenvolvimento de um *driver* de software, para expor em ROS2 os recursos do robô (velocidade, odometria e sensores) e tornar a plataforma ROS2-compliant, e no teste e validação da plataforma através da execução em ROS2 de um algoritmo de robótica de enxames envolvendo interações locais e comunicação ZigBee, com algumas unidades da plataforma desenvolvida.

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

Palavras-chave: plataforma robótica; robótica de enxame; sistema embebido; ZigBee; ROS2.

Referências

- Brambilla, M., Ferrante, E., Birattari, M., & Dorigo, M. (2013). Swarm robotics: a review from the swarm engineering perspective. *Swarm Intelligence*, 7, 1 - 41. DOI: 10.1007/s11721-012-0075-2
- Cianci, C.M., Raemy, X., Pugh, J., & Martinoli, A. (2007). Communication in a swarm of miniature robots: the e-puck as an educational tool for swarm robotics. In: Şahin, E., Spears, W.M., Winfield, A.F.T. (Eds.), *Swarm Robotics, SR 2006, Lecture Notes in Computer Science*, vol 4433. Springer, Berlin, Heidelberg. DOI: 10.1007/978-3-540-71541-2_7
- Couceiro, M., Figueiredo, C., Luz, J., Ferreira, N., & Rocha, R. (2012). A low-cost educational platform for swarm robotics. *International Journal of Robots, Education and Art*, 2(1), 1-15. DOI: 10.4156/ijrea.vol2.issue1.1
- 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
- Pincirolì, C., Trianni, V., O'Grady, R., Pini, G., Brutschy, A., Brambilla, M., Mathews, N., Ferrante, E., Di Caro, G., Ducatelle, F., Birattari, M., Gambardella, L., & Dorigo, M. (2012). ARGoS: A modular, parallel, multi-engine simulator for multi-robot systems. *Swarm Intelligence*, 6(4), 271 - 295. DOI: 10.1007/s11721-012-0072-5

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



ROS2