

Energy-Aware Robot – Monitorização e Previsão da Carga da Bateria de um Robô Móvel Autónomo

Tema para Dissertação de Mestrado 2022/23

A utilização de robôs de serviços tem crescido sustentadamente e sofrerá um incremento exponencial na próxima década em variadíssimos domínios de aplicação, como por exemplo o transporte automático de materiais na Indústria 4.0, vigilância automática de infraestruturas, robôs estafeta em escritórios e hospitais, robôs sociais para apoiar idosos em casa, robôs para agricultura de precisão, robôs para monitorização de ecossistemas naturais, etc. De uma forma geral, estas aplicações envolvem como requisito a operação autónoma e eficiente dos robôs durante longos períodos de tempo [1] (às vezes semanas ou meses), sem qualquer intervenção humana.



Um dos desafios tecnológicos neste contexto é a gestão eficiente do estado da carga (SOC – *state-of-charge*) das baterias que alimentam os robôs, para prevenir a inoperacionalidade, ou mesmo a perda, do robô por falta de energia (descarga profunda das baterias) durante a missão; minimizar o tempo não produtivo do robô envolvido na carga das baterias na *docking station*; fasear a carga das baterias dos diferentes robôs em equipas de robôs; e gerir corretamente o ciclo de carga/descarga das baterias para maximizar a sua longevidade. Há várias estratégias para otimizar a gestão das baterias [2]: planeamento/escalonamento temporal das operações de carga das baterias; substituição de robôs com baterias descarregadas por robôs com baterias carregadas; utilização de um pequeno conjunto de robôs cuja única missão é disponibilizar baterias carregadas aos robôs tarefairos. Seja qual for a estratégia adotada, é fundamental que o robô tenha a capacidade de, por um lado, medir com precisão o SOC das baterias a partir de variáveis como a sua tensão elétrica, corrente de descarga e temperatura [3] e, por outro lado, prever *a priori* o decréscimo do SOC das baterias numa missão especificada através da composição de operações/tarefas elementares [4]. Neste último caso, é particularmente interessante a adoção de métodos que permitam efetuar a previsão sem um conhecimento preciso e direto das propriedades físicas do robô e do ambiente de operação, por exemplo através de redes neuronais recorrentes que “aprendem” a prever consumos energéticos a partir de dados colecionados em missões anteriores (velocidades e duração dos movimentos que compõem as missões, e medições do SOC).



O objetivo desta dissertação de mestrado é, numa primeira fase, rever literatura sobre métodos de previsão do SOC de baterias de equipamentos móveis e portáteis, nomeadamente usando métodos de aprendizagem máquina; em seguida, implementar e integrar um módulo eletrónico para medir com precisão o SOC atual das baterias de chumbo de um robô Pioneer P3-DX [3]; e depois desenvolver em ROS [5] um método de aprendizagem supervisionada baseado em redes neuronais para prever a evolução do SOC das baterias do robô com base em dados de SOC e parâmetros de tarefas elementares que compõem uma missão robótica. Estes parâmetros serão escolhidos criteriosamente para que codifiquem (indiretamente) o impacto energético das tarefas e permitam o processo de inferência.

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

Palavras-chave: state-of-charge (SOC) de baterias; previsão do SOC; aprendizagem máquina; robô de serviços; ROS.

Referências:

- [1] Hawes, N., Burbridge, C., Jovan, F., Kunze, L., Lacerda, B., Mudrová, L., Young, J., Wyatt, J.L., et al. (2017). The STRANDS Project: Long-Term Autonomy in Everyday Environments. *IEEE Robotics & Automation Magazine*, 24, 146–156. <https://doi.org/10.1109/MRA.2016.2636359>
- [2] Kamra, N., Kumar, T.K., & Ayanian, N. (2018). Combinatorial Problems in Multirobot Battery Exchange Systems. *IEEE Transactions on Automation Science and Engineering*, 15(2), 852–862. <https://doi.org/10.1109/TASE.2017.2767379>
- [3] Texas Instruments. bq34z110 Evaluation Module: Wide-Range Impedance Track Enabled Fuel Gauge Solution for Lead-Acid Batteries. [Online]. Disponível em: https://www.ti.com/lit/ug/sluaa15/sluaa15.pdf?ts=1657214559595&ref_url=https%253A%252F%252Fwww.google.pt%252F. (última visita: 08/07/2022)
- [4] Hamza, A., & Ayanian, N. (2017). Forecasting battery state of charge for robot missions. *Proceedings of the Symposium on Applied Computing* (pp. 249–255), Marrakech, Morocco. <https://doi.org/10.1145/3019612.3019705>
- [5] ROS.org: Powering the World’s Robots [Online]. Disponível em: www.ros.org. (última visita: 08/07/2022)

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