

IMPACTO DO CONSUMO DE ENERGIA NAS INTERAÇÕES DE ROBÔS SOCIAIS

Larissa Pedrosa Ferreira^{1a}, Matheus Pereira Rodrigues^{2a}, Isabella Pacifico Aquino¹, Plínio Thomaz Aquino Junior²

¹ Departamento de Engenharia Química, Centro Universitário FEI

² Departamento de Ciência da Computação, Centro Universitário FEI
larissapedrosof@gmail.com e plinio.aquino@fei.edu.br

Resumo: Dois dos princípios de funcionamento para robôs sociais são as interações com pessoas e o sucesso da execução das suas atividades de maneira autônoma e inteligente. Para alcançar seus objetivos, a plataforma robótica depende do comportamento de sua bateria, podendo apresentar rendimentos diferenciados. Motivado por esse contexto, estudos e análises sobre o consumo das baterias de acordo com o tipo de tarefa sendo executada na plataforma robótica são essenciais para sua melhor construção.

1. Introdução

A crescente integração de robôs sociais no cotidiano humano apresenta desafios técnicos significativos, especialmente na gestão eficiente da energia. Esses robôs, projetados para interagir autonomamente com pessoas, dependem de um fornecimento contínuo e confiável de energia para executar suas funções, desde atividades simples até interações sociais complexas. A autonomia desses sistemas está diretamente ligada ao desempenho da bateria, que apresenta diferentes comportamentos de descarga influenciados pelo uso e pelas tarefas realizadas.

A escolha e o gerenciamento eficiente das baterias são cruciais para garantir que os robôs operem dentro dos parâmetros esperados de tempo e desempenho. Estudar as taxas de descarga conforme as atividades realizadas é essencial, pois tarefas distintas exigem diferentes níveis de ativação de sensores, processamento e acionamento de atuadores, afetando a vida útil da bateria e a autonomia do robô.

Nesse contexto, a análise do comportamento de descarregamento das baterias conforme o tipo de uso torna-se uma área de estudo relevante, impactando a escolha de baterias para diferentes plataformas robóticas. Compreender essas dinâmicas auxilia na otimização do tempo de operação dos robôs sociais e na implementação de sistemas que permitam ao robô comunicar, de maneira autônoma, o status da bateria. Isso é estratégico para garantir interações contínuas e eficientes entre robôs e humanos, maximizando a satisfação dos usuários.

2. Baterias na Eficiência Operacional dos Robôs Sociais

A robótica social emerge como uma área de pesquisa e desenvolvimento que busca integrar robôs em contextos de convivência humana, onde as interações entre robôs e pessoas são fundamentais. Ao contrário dos robôs tradicionais, que são muitas vezes percebidos como máquinas rígidas e desprovidas de emoções, os robôs sociais são projetados para engajar emocionalmente os usuários, promovendo interações que simulam traços

humanos. Essa necessidade de humanização na robótica surge do crescente uso de robôs em atividades cotidianas, onde a aceitação social desses sistemas depende de sua capacidade de se conectar de maneira mais natural e empática com as pessoas.

No entanto, para que essas interações sejam eficazes e contínuas, é essencial que os robôs sociais operem de forma confiável e sem interrupções. Isso requer um gerenciamento eficiente de todos os componentes do robô, especialmente das baterias, que são responsáveis por fornecer a energia necessária para a execução das tarefas. As falhas no fornecimento de energia podem resultar em interrupções nas atividades, comprometendo a experiência de interação e a eficácia do robô em desempenhar suas funções. Assim, a compreensão das características das baterias, como ciclos de carga e descarga, a profundidade de descarga (DoD) e as taxas de sobrecarga, é essencial para otimizar o desempenho das plataformas robóticas sociais.

O presente estudo não visa explorar os aspectos químicos das falhas das baterias, mas sim compreender como os dados relacionados ao desempenho das baterias podem ser utilizados para maximizar a eficiência do hardware e mitigar as falhas energéticas. O foco está em identificar e analisar parâmetros críticos, como a Capacidade Total (C) e a Carga Utilizada (U), que podem influenciar diretamente a autonomia do robô [1]. Desta forma, busca-se garantir que os robôs sociais possam operar de maneira mais eficaz, atendendo às expectativas de interação contínua e confiável com os usuários, contribuindo para sua maior aceitação e integração na sociedade.

3. Programação de Robôs Sociais

Os robôs sociais são programados para realizar interações complexas com humanos, e essa capacidade é viabilizada por sistemas operacionais especializados, como o ROS (*Robot Operating System*). O ROS é uma plataforma de código aberto que facilita a programação de robôs, permitindo a criação de uma arquitetura modular onde diferentes nós, cada um responsável por uma função específica, interagem entre si. Essa modularidade permite que sensores, atuadores e outros componentes eletrônicos trabalhem de forma coordenada, possibilitando a interpretação de sinais captados, como áudio e vídeo, e a geração de respostas adequadas, como movimentos ou sons [4].

Cada vez que um robô social executa uma tarefa, seja ao captar a voz de um usuário via microfone ou ao interpretar gestos através de câmeras, uma série de processos internos é acionada, envolvendo desde a recepção da mensagem até a geração de uma resposta.

Esse processamento exige uma coordenação precisa entre diferentes subsistemas, como unidades de processamento embarcadas, sensores e atuadores, todos alimentados por uma fonte de energia comum: a bateria do robô.

O consumo de bateria em um robô social está diretamente relacionado à quantidade e à complexidade das tarefas realizadas. Sensores de alta precisão, motores que demandam alta potência e processadores que executam algoritmos avançados de inteligência artificial contribuem para um consumo significativo de energia. Medir o consumo de baterias em diferentes condições operacionais é essencial para otimizar a autonomia do robô. Essa medição pode ser realizada por meio da análise dos ciclos de carga e descarga durante a execução das tarefas, além da monitorização em tempo real do consumo de energia por cada subsistema. Essas informações são estratégicas para o desenvolvimento de estratégias de gerenciamento de energia, que podem prolongar a vida útil das baterias e garantir a continuidade das interações entre robôs e humanos.

4. Impacto das Condições Operacionais no Desempenho e Vida Útil das Baterias

A vida útil de uma bateria está diretamente relacionada à profundidade de descarga (DoD), sendo que um DoD mais elevado resulta em uma diminuição na vida útil da bateria. O cálculo da DoD, obtido pela razão entre a Carga Utilizada e a Capacidade Total, é um indicador crucial para a gestão de energia em sistemas robóticos. Assim, o aumento no DoD, embora permita maior utilização da carga disponível, acelera o desgaste da bateria, reduzindo seu ciclo de vida útil [3].

A operação eficiente e segura das baterias é garantida por sistemas como o BESS (*Battery Energy Storage System*), que integra a gestão de bateria (BMS) e a gestão de energia (EMS). Esses sistemas monitoram continuamente o estado das baterias, controlando variáveis críticas como temperatura, ciclos de carga e descarga, e assegurando que as operações ocorram dentro de parâmetros seguros. A gestão adequada desses fatores é essencial, especialmente porque a temperatura operacional da bateria afeta diretamente seu desempenho: em temperaturas mais baixas, a produção de energia é reduzida, enquanto em temperaturas elevadas, embora a resistência interna diminua, há um aumento no risco de reações eletroquímicas aceleradas, o que pode comprometer a estabilidade e a segurança da bateria (conforme Figura 1) [1],[2].

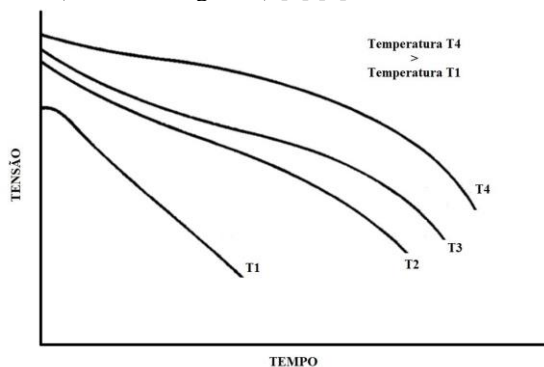


Figura 1 – Tempo X Tensão [1]

Os resultados dessas análises indicam que a manutenção de uma faixa de temperatura operacional adequada e o controle do DoD são estratégias fundamentais para prolongar a vida útil das baterias e otimizar o desempenho energético dos robôs sociais. Dessa forma, o monitoramento contínuo e a gestão inteligente das condições de operação contribuem significativamente para a eficiência e a longevidade dos sistemas robóticos.

5. Conclusão e Próximos Passos

Com base nos aspectos discutidos, fica claro que o controle eficiente do consumo de baterias é essencial para a operação autônoma e confiável de robôs sociais. A interação humano-robô, aliada à otimização do consumo energético, permitirá uma experiência mais fluida e natural com os robôs, aproximando-os das expectativas sociais. A criação de interfaces que transmitam emoções e a integração de sistemas sensoriais avançados são elementos cruciais para aprimorar essa interação, garantindo uma comunicação eficaz e uma gestão precisa do estado da bateria.

Como próximos passos, serão conduzidos experimentos focados no mapeamento detalhado do consumo de energia das baterias durante a execução de diversas tarefas pela plataforma Robo HERA, utilizada na competição RoboCup pela FEI [4]. Esses experimentos buscarão correlacionar o tipo de tarefa, o ambiente operacional e os parâmetros de consumo, como tempo de execução e condições de temperatura, permitindo a implementação de sistemas mais inteligentes e eficientes para o gerenciamento da energia, aumentando a autonomia e o desempenho dos robôs em cenários reais.

7. Referências

- [1] Shuai Ma, et al., Temperature effect and thermal impact in lithium-ion batteries: A review, *Progress in Natural Science: Materials International*, Volume 28, Issue 6, December 2018, Pages 653-666
- [2] DEPTH of discharge characteristics and control strategy to optimize electric vehicle battery life. *Journal of Energy Storage*, [S. l.], p. 1-10, 30 dez. 2023. Disponível em: *Journal of Energy Storage*.
- [3] OSTERGAARD, Jacob; DIVYA, K.C. Battery energy storage technology for power systems—An overview. *Electric Power Systems Research*,
- [4] G. Nicolau Marostica, N. A. Grotti Meireles Aguiar, F. d. A. Moura Pimentel, and P. T. Aquino-Junior, “Robofei@home: Winning team of the robocup@home open platform league 2022,” in *RoboCup 2022: Robot World Cup XXV*, A. Eguchi, N. Lau, M. Paetzl-Prusmann, and T. Wanichanon, Eds. Cham: Springer International Publishing, 2023, pp. 325–336.

1a 2a Alunos Integrantes do Projeto RoboFEI@Home do Centro Universitário FEI.