

BRAÇO ROBÓTICO BATERISTA COM DINÂMICA BIOINSPIRADA

Rafael Oliveira Vale¹, Renato Camargo Giacomini²,

¹ Departamento de Engenharia Elétrica, Centro Universitário FEI
uniervale@fei.edu.br e renato@fei.edu.br

Resumo: O presente estudo propõe o desenvolvimento de um modelo simulado de um braço robótico capaz de tocar instrumentos de percussão com baquetas de bateria, dando ênfase à otimização do punho para garantir velocidade, minimização de massa e precisão nos movimentos. Serão vistos nesse estudo, a escolha da geometria do punho considerando graus de liberdade e tipo de articulação utilizada, o desenvolvimento do modelo CAD e as simulações dinâmicas e análise dos resultados obtidos na simulação.

1. Introdução

Os braços robóticos representam uma tecnologia estabelecida, com raízes que remontam à década de 1950, quando surgiram inicialmente para automatizar tarefas industriais na General Motors em Nova Jersey. Desde então, tornaram-se equipamentos fundamentais em uma ampla gama de indústrias, desde a automotiva até a de embalagens. A versatilidade e eficiência desses sistemas os tornam objetos de estudo em todo o mundo, explorando novas aplicações na saúde, como robôs cirurgiões, e no entretenimento, por exemplo, em braços robóticos aplicados a tocarem instrumentos musicais.

A implementação de braços robóticos em instrumentos de percussão apresenta desafios significativos. É essencial que esses sistemas realizem movimentos coordenados, precisos e rápidos, ao mesmo tempo em que possuam uma massa mínima para suportar as exigências dinâmicas da execução musical. O punho, em particular, deve ser leve e resistente, capaz de suportar os impactos associados à percussão. Esses requisitos aumentam a complexidade do projeto, exigindo pesquisas aprofundadas em um campo não totalmente explorado, além de simulações para validar o desempenho adequado e alcançar os objetivos propostos.

Braços robóticos são diferenciados pelos graus de liberdade de movimentação que são definidos pelos tipos de articulações utilizadas e a configuração em que são posicionados. Existem 4 tipos de articulações. São elas Revolução (R), que possui um grau de liberdade, Prismática (P), também com um grau de liberdade, Universal (U), com dois graus de liberdade, e Esférica (S) com 3 graus de liberdade [1]. A figura 1 mostra todas as articulações mecânicas mencionadas e seus graus de liberdade. A forma em que são configuradas, podendo atuar em paralelo ou em série, possibilita que o braço robótico tenha mais graus de liberdade utilizando articulações mais simples, ou seu comprimento otimizado. Para isso é necessário analisar a aplicação do braço para analisar qual estrutura será mais eficiente.

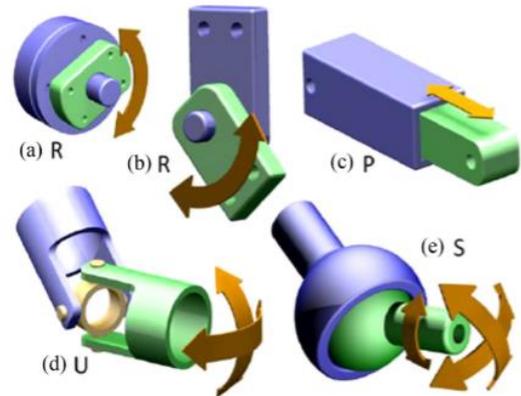


Figura 1 – Articulações mecânicas e seus graus de liberdade

Para prever e otimizar a cinemática e dinâmica do braço robótico, garantindo que ele execute os movimentos, com a força e precisão necessárias, a simulação dinâmica torna-se crucial. Ela inclui a análise de forças, torques e a verificação da trajetória, evitando potenciais falhas durante o movimento.

A escolha do software de simulação correto é crucial para o sucesso do projeto, por esse motivo, foi feita uma revisão bibliográfica sobre potenciais softwares que podem ser utilizados no estudo. Foram analisados os softwares Webots, ANSYS em conjunto com o ADAMS (*Automatic Dynamic Analysis of Mechanical Systems*), MATLAB Robotics Toolbox e CoppeliaSim. O Webots foi descartado, pois não apresenta dados importantes como os esforços sofridos pelo punho enquanto o braço realiza o movimento de tocar o instrumento. O ANSYS em conjunto com o ADAMS apresenta resultados mais precisos em relação a todos os outros softwares, quanto à simulação dinâmica, porém diferentemente dos outros, o modelo deve ser construído em outro software CAD e ser importado [4]. O MATLAB Robotics Toolbox permite calcular as forças de reação nas juntas, o que pode ser útil para uma análise no punho, porém, para uma análise mais detalhada ao longo do braço, seria necessário exportar os dados obtidos para ANSYS [5]. O CoppeliaSim oferece melhor análise de esforços em comparação com o MATLAB Robotics Toolbox, porém, a integração com softwares como MATLAB e ANSYS, que podem complementar a análise, é mais complexa em relação aos outros softwares analisados. A definição de qual software usar será o próximo passo do estudo.

2. Metodologia

O método utilizado para esse estudo é denominado modelo em espiral, que consiste no desenvolvimento do projeto em ciclos, começando do mais simples, utilizando articulações mais simples, e aumentando a

complexidade após a avaliação de que foi obtido sucesso no ciclo.

Foi feita uma revisão bibliográfica em artigos publicados sobre braços robóticos, desenvolvimento de punhos robóticos, para definir a configuração do punho que mais se adequará ao projeto, e simulações dinâmicas de braços robóticos, para adquirirmos os dados de cinemática e dinâmica do braço robótico construído. Até o momento estamos analisando em qual software realizaremos as simulações, CoppeliaSim ou Robotics Toolbox for MATLAB do Peter Corke. O software previsto inicialmente, WEBOTS, demonstrou-se limitado em relação aos dados fornecidos na simulação dinâmica, por exemplo, não é capaz de oferecer uma análise detalhada dos esforços que o punho é submetido durante a movimentação do braço, o que é fundamental para a continuação do projeto. Por esse motivo, foi descartado a sua utilização.

3. Conclusões

Até o momento foi possível distinguir quais são as configurações de punho que podem se adequar melhor ao projeto e a importância de realizar simulações antes de realizar a implementação física do robô. Os próximos passos serão: a definição do software de simulação dinâmica, a análise dos resultados obtidos e o constante aprimoramento do braço com base nesses dados.

4. Referências

- [1] BAJAJ, Neil M.; SPIERS, Adam J.; AARON M., Dollar. State of the Art in Artificial Wrists: A Review of Prosthetic and Robotic Wrist Design. **IEEE Transactions on Robotics**, [S. l.], v. 35, p. 261-277, 2019. DOI 10.1109/TRO.2018.2865890. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/8624352>. Acesso em: 11 mar. 2024.
- [2] SCARCIA, U.; MELCHIORRI, Claudio; PALLI, Gianluca. Towards simplicity: On the design of a 2-DOFs wrist mechanism for tendon-driven robotic hands. 2015 IEEE International Conference on Robotics and Biomimetics (ROBIO), [S. l.], p. 1317-1322, 19 mar. 2015. DOI 10.1109/ROBIO.2015.7418953. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/7418953>. Acesso em: 23 mar. 2024.
- [3] BRETON, Mason; WEINBERG, Gil. A survey of robotic musicianship. A survey of robotic musicianship, ACM, ano 2016, v. 59, ed. 5, p. 100-109, 16 mai. 2016. DOI 10.1145/2818994. Disponível em: https://dl.acm.org/doi/fullHtml/10.1145/2818994?casa_token=UjvvGmfRG0gAAAAA:_75pnJ97Z6NYah5QmqxzCePHHVSKHCI08VdnHqHv_yMqpIxReTLjytbCR0txvrs2YkgMfQsA6GZo. Acesso em: 23 mar. 2024.
- [4] LI, Na; YANG, Zhihong; HUANG, Hefu; ZHANG, Gengnan. The Dynamic Simulation of Robotic Tool Changer Based on ADAMS and ANSYS. IEEE, 2016 International Conference on Cybernetics, Robotics and Control (CRC), p. 13-17, 2016. DOI 10.1109/CRC.2016.26. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/search/searchresult.jsp?newsearch=true&queryText=The%20Dynamic%20Simulation%20of%20Robotic%20Tool%20Changer%20Based%20on%20ADAMS%20and%20ANSYS>. Acesso em: 25 jun. 2024.
- [5] CORKE, Peter I. A computer tool for simulation and analysis: the Robotics Toolbox for MATLAB. CSIRO Division of Manufacturing Technology, [S. l.], p. 1-12, mai. 2000. Disponível em: <https://www.petercorke.com/RTB/ARA95.pdf>. Acesso em: 25 jun. 2024.

Agradecimentos

Ao Centro Universitário FEI pela oportunidade e o acesso ao material de estudo para a realização do projeto.

¹ Aluno de IC do Centro Universitário FEI (ou FAPESP, CNPq ou outra). Projeto com vigência de 03/2024 a 02/2025.