

RAJA: MANIPULADOR ROBÓTICO DE 5 DOF COM DETECÇÃO VISUAL INTEGRADA

Anderson Queiroz do Vale¹; Rodrigo Formiga Farias²; Aziel Martins de Freitas Júnior³; Jean Paulo Silva⁴; Rebeca Tourinho Lima⁵

¹ Bolsista; Programa Novos Talentos; anderson.vale@fbter.org.br

² Bolsista; Programa Novos Talentos; rodrigo.farias@fbter.org.br

³ Bolsista; Programa Novos Talentos; aziel.freitas@fbter.org.br

⁴ Bolsista; Programa Novos Talentos; jean.silva@fbter.org.br

⁵ Mestre; Centro Universitário SENAI CIMATEC; Salvador-BA; rebeca.lima@fieb.org.br

RESUMO

O presente trabalho consiste no desenvolvimento de um manipulador antropomórfico com cinco graus de liberdade com capacidade de detecção visual. O desenvolvimento ocorreu em meio simulado mas fisicamente concluído no Laboratório Robótica e Sistemas Autônomos do SENAI CIMATEC. Foi realizada modelagem estrutural e matemática e simulação. Foram utilizados motores de precisão, perfis de alumínio e uma câmera monocular de alta definição. O uso do *framework ROS* em sua distribuição *Melodic* deu suporte para gerenciamento dos algoritmos envolvidos juntamente com suas ferramentas: *RViz* para visualização gráfica; *Gazebo* para simulação física e *MovelIt*, uma API (*Application Programming Interface*) para planejamento e movimentação de manipuladores robóticos, cálculo de trajetórias e análise de colisões. Após a montagem e testes no protótipo, espera-se obter um protótipo de manipulador robusto, programado de maneira modularizada, validade para que se possa estender suas funcionalidades e capacidade de atuação em tarefas de forma automatizada e, posteriormente, autônoma.

PALAVRAS-CHAVE: Manipulador robótico; ArUco; *MovelIt*; *Gazebo*; *ROS*

1. INTRODUÇÃO

O estudo da robótica é um ramo da tecnologia que engloba área de Mecânica, Eletrônica e Computação, com graus de teoria de controle, microeletrônica, inteligência artificial, fatores humanos e de produção.¹ Nos últimos anos houve um forte interesse em áreas de robótica devido à necessidade de inserir uma maior padronização, aumento da produtividade e segurança no processo fabril. Na área industrial, a robótica evoluiu devido ao aumento de uso de robôs e manipuladores industriais.

O manipulador robótico consiste em um dispositivo mecânico composto de elementos rígidos (elos), que proporcionam uma sustentação e um alcance ao mesmo. Os elos são conectados entre si através de articulações (juntas), que oferecem graus de liberdade ao manipulador e controle do movimento relativo entre os elos. Essas juntas podem ser basicamente divididas em dois grupos: juntas prismáticas e juntas de rotação. Neste projeto foi utilizado as juntas de rotação.

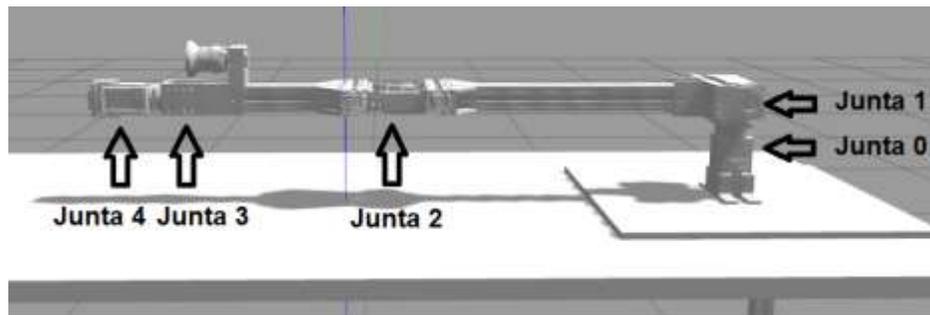
Existe atualmente muitas aplicações para os manipuladores robóticos, sendo elas de soldagem, pintura, carregamento, entre outras. Neste trabalho a aplicação do manipulador consiste em pressionar um botão a partir de uma leitura do ArUco, que é um marcador quadrado que possui um identificador, utilizando uma câmera para localizar o ArUco e poder estimar a coordenada do botão.

2. METODOLOGIA

O projeto desta aplicação é baseado no desenvolvimento de um manipulador robótico, utilizando o *framework* do *ROS*, e um ambiente com uma mesa, uma caixa com um botão e o ArUco. Para as articulações desse manipulador foi utilizado atuadores inteligentes *Dynamixel* do fabricante *ROBOTIS*: nas juntas 0 e 1, como mostra a figura 1, está o modelo PH54-200-S500-R; nas juntas 2 e 4 está o modelo MX-106R e na junta 3 está o modelo PH42-020-S300-R. Para fazer a conexão entre as juntas, também denominados de *Link*, foram utilizados dois perfis de alumínio estrutural com dimensões de 40x40-10 mm. O primeiro link possui um tamanho de 56 cm e o segundo 46 cm. A ferramenta de trabalho do manipulador (*end-effector*) é uma chapa de metal localizado na ponta da junta 4. Ela será responsável em realizar o pressionamento do botão. Próximo a junta 3 está localizado a câmera *Teledyne Genie Nano C2590*, que é responsável pela parte visual do manipulador.

No total, essa estrutura, possui um tamanho máximo de 1,16 m na vertical e um alcance máximo de 1 m na horizontal. Cada junta tem um limite de rotação de 180°. Esses limites foi imposto para que não ocorra nenhuma quebra do equipamento ou rompimento dos cabos quando for trabalhado em um ambiente real.

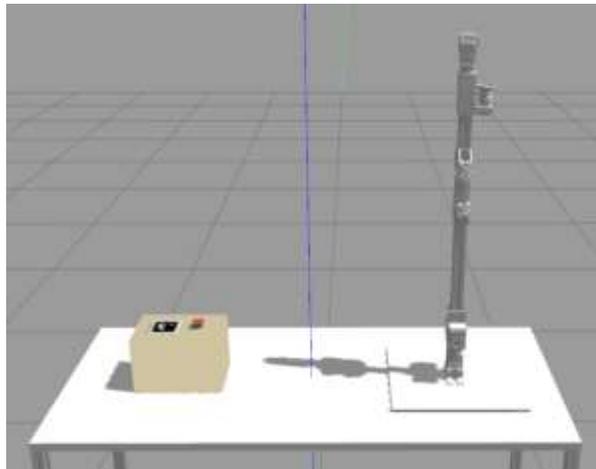
Figura 1 – Manipulador robótico.



Fonte: Os autores.

A metodologia foi dividida em duas etapas, uma etapa de simulação para analisarmos o funcionamento e o comportamento previamente, e uma etapa de construção real do manipulador. Na etapa de simulação o manipulador foi desenhado em *software* de CAD (*Onshape*) e toda a implementação de algoritmos de aquisição de dados e controle foi realizada via pacotes *ROS* (*Robot Operating System*). O simulador utilizado foi o *Gazebo* (versão 9) para virtualizar o manipulador em um espaço de trabalho controlado e o seu alvo, que é em uma botoeira de emergência localizado numa caixa que possui um *ArUco*. Esses materiais estão dispostos em cima de uma mesa, como mostra a figura 2.

Figura 2 – Ambiente de simulação.



Fonte: Os autores.

Para a segunda etapa, que é a realizar os testes em um ambiente real, os resultados obtidos em simulação auxiliarão na montagem, além da realização de testes de desempenho e medições. O ambiente que será utilizado para os testes reais é localizado no laboratório de robótica e sistemas autônomos do SENAI CIMATEC.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A concepção do manipulador para simulação foi gerada a partir da modelagem e dimensionamento de elos, juntas e uniões. Após a modelagem estrutural e matemática do manipulador, todos os elos e juntas foram desenhados e criado um *URDF* (*Universal Robot Description Format*) para iniciar a simulação no *Gazebo*. Foi realizado um levantamento da área de trabalho do manipulador tendo em vista que alguns pontos, mesmo próximos, não podem ser alcançados pelo efetuador devido as colisões da estrutura e limitações de ângulo de junta.

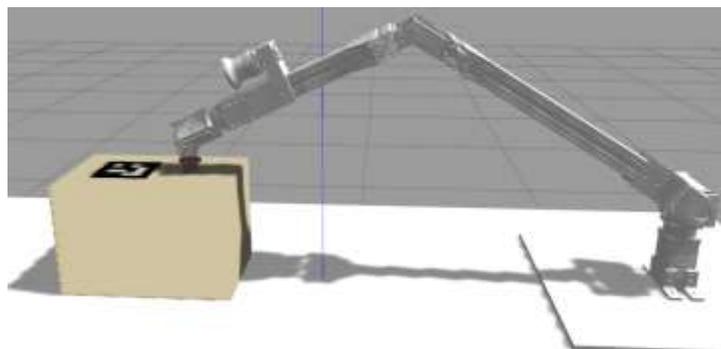
Como parte da fundamentação teórica pode-se dizer que os manipuladores são robôs programáveis que apresentam características antropomórficas, equipados com sensores e programas para possibilitar realizar o objetivo com o máximo de precisão. Possuem uma vasta aplicação na industrial, esses manipuladores se diferenciam de máquinas de automação fixa, por não serem tão limitados a determinadas atividades. ³ Para

realização desse projeto, devem executadas algumas etapas, entre elas, o estudo da cinemática do manipulador robótico, calibração de câmera e configuração dos motores segundo documentação do fabricante. A cinemática, consiste no estudo referente a velocidade, posição, aceleração e todas as variáveis do movimento, baseadas na geometria do manipulador. A cinemática é comumente dividida em direta e inversa. Esse estudo possibilita calcular um conjunto de soluções de possíveis ângulos de junta que poderiam ser usados para se obter determinada posição e orientação do efetuador dentro da área de trabalho do braço. ⁴

ROS é um *framework* flexível que contém uma vasta coleção de ferramentas e bibliotecas que visam integrar e simplificar a criação de um robô. ⁵ Para utilizar muitas das funcionalidades de manipulação no ROS, utiliza-se o produto de um projeto conhecido como *MoveIt*. Já o RViz é uma ferramenta de visualização gráfica nativa do ROS e se destina a oferecer detalhamento na forma de recursos visuais para parâmetros diversos da simulação gerados em tópicos e mensagens do ROS que, tipicamente, são grandezas numéricas. O *software MoveIt* tem a finalidade de padronizar e facilitar a realização de planejamento e execução de trajetórias com manipuladores industriais. Dessa forma, a partir de um modelo baseado em elos, juntas e atuadores, é possível definir limites de operação, configurar controladores, estabelecer e detectar colisões, ter acesso a algoritmos de cinemática inversa e de movimentação, utilizar e tratar dados de percepção, tudo de maneira sistemática e integrada. ⁶

Como resultado final para a operação do manipulador robótico, a posição em que ele conclui o sistema pode ser visto na figura 3. O *end-effector* se posiciona em cima do botão, simulando assim o pressionamento.

Figura 3 – Ambiente de simulação.



Fonte: Os autores.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os softwares utilizados, bem como os métodos de resolução da cinemática inversa deram suporte para o desenvolvimento deste projeto. O *framework* ROS deu celeridade ao processo de modelagem e desenvolvimento de algoritmos. O estudo dos esforços presentes no braço, permitiram concluir que os motores utilizados, atenderão quaisquer condições de esforços dentro da área de trabalho do manipulador.

5. REFERÊNCIAS

- ¹ PIMENTA, Thiago Tavares. **Controle de Manipuladores Robóticos**. PUC-Rio, Rio de Janeiro, 2009.
- ² MATARIC, Maja J. **Robótica Industrial**. Unesp, 2014.
- ³ ROSÁRIO, João. **Robótica Industrial I: Modelagem, Utilização e Programação**. São Paulo: ed. Baraúna, 2010.
- ⁴ CRAIG, John; tradução Heloisa Coimbra de Souza. **Robótica**. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2012.
- ⁵ OPEN SOURCE ROBOTICS FOUNDARION. ROS Wiki. Acesso em 27 Mar. 2020. Disponível em <https://www.ros.org>
- ⁶ MOVEIT.ROS. Acesso em 28 Mar. 2020. Disponível em <https://www.moveit.ros.org>