

## **MANNA CLAW: ESTUDO E DESENVOLVIMENTO DE UMA GARRA ROBÓTICA INTEGRADA A VISÃO COMPUTACIONAL.**

Haniel Henrique Paixão Martins Rosa (PIBIC/CNPq/FA/UEM), Rodrigo Calvo,  
Linnyer Beatrys Ruiz Aylon (Orientadora).

Universidade Estadual de Maringá, Centro de Tecnologia, Maringá, PR.

**Área e subárea do conhecimento: Ciência da Computação/Metodologia e Técnicas da Computação.**

**Palavras-chave:** Braço robótico; Controle remoto; Visão computacional.

### **RESUMO**

A crescente demanda por automação e controle remoto em áreas industriais, médicas e de alto risco enfrenta o desafio do alto custo de implementação, especialmente em sistemas de precisão. Inserido nesse contexto, o Ecossistema Manna, referência no desenvolvimento de Tecnologias Exponenciais aplicadas à Educação 5.0, propõe soluções acessíveis que aproximam a pesquisa acadêmica da prática educacional e social. Este trabalho apresenta o desenvolvimento da Manna Claw, um protótipo de garra robótica de baixo custo concebido nessa perspectiva. O sistema utiliza uma câmera para capturar os movimentos da mão do operador, processados em tempo real por um algoritmo de visão computacional. Com base na estrutura MediaPipe, o software interpreta os gestos e os converte em comandos de controle transmitidos a um microcontrolador que aciona os servomotores da garra, permitindo a reprodução precisa e intuitiva dos movimentos da mão. Os resultados demonstram a viabilidade da abordagem, alcançando controle ágil com tempo de resposta reduzido, mesmo com o uso de componentes de baixo custo. A solução confirma a possibilidade de reduzir significativamente os custos tecnológicos, ampliando o acesso a ferramentas de automação para contextos educacionais, de pesquisa e de formação em tecnologias emergentes. O projeto reforça a missão do Manna em unir inovação tecnológica e inclusão educacional, democratizando o acesso à robótica e à interação homem-máquina no espírito da Educação 5.0.

### **INTRODUÇÃO**

Com o avanço da tecnologia e da automação, os sistemas robóticos tornaram-se fundamentais em diversas aplicações, desde a indústria até a área da saúde. A capacidade de controlar dispositivos como braços e garras robóticas remotamente é

crucial para tarefas que exigem alta precisão ou que são realizadas em ambientes de difícil acesso. Para aprimorar a interação humano-máquina, pesquisas recentes têm focado em tornar o controle mais intuitivo, buscando substituir interfaces físicas tradicionais. Abordagens que utilizam de visão computacional, como o Mediapipe, permitem que os movimentos da mão humana sejam capturados e replicados pelo robô de forma direta e eficiente, como demonstrado por Hui et al. (2024). Paralelamente, há um esforço para tornar essa tecnologia mais flexível e acessível. O desenvolvimento de sistemas sem fio, por exemplo, oferece maior liberdade de movimento ao operador e visa a simplificação para usuários leigos, conforme explorado por Gadalla e Seeralan (2020). Enquanto algumas soluções buscam a máxima precisão e o menor tempo de resposta através de hardware especializado (RAJ et al., 2017), outras inovam nos próprios materiais, com o uso de garras flexíveis para uma manipulação mais segura de objetos (SANTOS, 2024). Apesar desses avanços, a complexidade e, principalmente, o alto custo de implementação continuam sendo barreiras significativas, limitando a adoção desses sistemas em aplicações de menor escala ou no ambiente educacional. Nesse contexto, este projeto teve como objetivo o desenvolvimento da Manna Claw, uma garra robótica funcional que integra o controle intuitivo por gestos com uma abordagem de baixo custo.

## MATERIAIS E MÉTODOS

O desenvolvimento da Manna Claw foi dividido em duas frentes: a montagem do hardware e a implementação do software de controle. Para o hardware, a estrutura física da garra foi fabricada em uma impressora 3D utilizando plástico PLA. A articulação dos componentes foi realizada por quatro micro servo motores do modelo SG90. O gerenciamento desses atuadores ficou a cargo de uma placa microcontroladora Arduino Uno, que foi programada utilizando a Arduino IDE para receber os comandos seriais e traduzi-los em movimento mecânico. Todo o processamento de imagem e a execução do algoritmo de controle foram centralizados em um notebook, utilizando sua webcam integrada para a captura dos gestos do operador. O software de controle e leitura de imagem foi desenvolvido em linguagem Python utilizando o editor de código VS Code. O método de controle se baseia em bibliotecas de código aberto, a OpenCV foi utilizada para gerenciar o vídeo capturado pela câmera, e a Mediapipe foi aplicada para detectar em tempo real os pontos de referência da mão do operador. Um algoritmo customizado foi desenvolvido para calcular os ângulos das articulações da mão a partir da posição desses pontos e mapeá-los para o intervalo de operação dos servos motores.

Finalmente, os comandos de posição são enviados do notebook para a placa Arduino Uno via comunicação serial, que por sua vez gera os sinais para controlar com precisão cada servo motor, fazendo com que a garra impressa em 3D replique o gesto do usuário.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Como resultado principal, foi construído um protótipo totalmente funcional da Manna Claw, que atendeu aos objetivos iniciais do projeto. Os testes de desempenho demonstraram que o sistema de visão computacional foi capaz de reconhecer e processar os gestos da mão com alta precisão, permitindo um controle intuitivo e em tempo real da garra. A comunicação entre o notebook e a placa Arduino Uno se mostrou eficiente, resultando em um tempo de resposta reduzido, o que validou a abordagem como uma solução ágil para o controle remoto. A utilização de componentes de baixo custo, como a placa Arduino Uno e a impressão 3D, atingiu a meta de viabilidade econômica do projeto, tornando a tecnologia mais acessível. Os resultados, embora dentro do esperado, também expuseram algumas limitações diretamente relacionadas aos materiais de baixo custo utilizados na prototipagem. A estrutura da garra, impressa em plástico PLA, apesar de ser excelente para o desenvolvimento rápido e a validação do design, possui uma durabilidade restrita e pode não suportar aplicações que exijam grande esforço mecânico contínuo. Da mesma forma, os micros servos motores SG90, escolhidos por seu baixo custo e facilidade de uso, apresentaram um torque limitado. Essa característica restringe a força de preensão da garra, afetando sua capacidade de manipular objetos mais pesados ou que exijam uma pegada mais firme e precisa. Apesar dessas limitações de hardware, o protótipo cumpre seu papel, demonstrando que é possível integrar técnicas de visão computacional com hardware acessível para criar sistemas robóticos funcionais. A discussão principal que emerge desses resultados é que a Manna Claw se consolida como uma excelente plataforma para fins educacionais e de pesquisa. Nesses contextos, a facilidade de replicação e o baixo custo superam a necessidade de um desempenho industrial, fomentando o aprendizado prático em áreas como robótica, programação e inteligência artificial.

## CONCLUSÕES

A construção do protótipo Manna Claw validou com sucesso a proposta de um sistema de controle robótico por gestos que une precisão e baixo custo. O projeto demonstrou que a utilização de visão computacional, integrada a hardware de ampla disponibilidade, é uma abordagem eficiente para a operação remota. Essa combinação de software livre e componentes econômicos revelou-se uma estratégia

eficaz para democratizar o acesso à automação, melhorando a interação humano-máquina. Apesar das limitações de força e durabilidade inerentes aos materiais de prototipagem, o projeto consolidou-se como uma robusta prova de conceito. Seu principal impacto reside em seu valor como ferramenta educacional, capaz de facilitar o aprendizado prático de conceitos avançados em robótica e programação. As limitações identificadas direcionam os próximos passos, para melhoria do protótipo com materiais mais resistentes e atuadores de maior torque, além de um possível aprimoramento do software.

## AGRADECIMENTOS

Agradecimentos ao Ecosistema Manna Team, Universidade Estadual de Maringá (UEM), Fundação Araucária e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio nesta pesquisa.

## REFERÊNCIAS

**GADALLA, A. A.; SEERALAN, A.** Design And Implementation Of A Wireless Gesture Controlled Robotic Arm With Vision. **Journal of Applied Technology and Innovation** (e-ISSN: 2600-7304), v. 4, n. 1, p. 24, 2020

**HUI, Z. et al.** Development of Robotic Arm Grasping Experimental Platform Based on Gesture Guidance. *In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON MECHATRONICS TECHNOLOGY AND INTELLIGENT MANUFACTURING (ICMTIM)*, 5., 2024. **Anais [...]. IEEE**, 2024. p. 670-675.

**RAJ, M. D. et al.** Static gesture recognition based precise positioning of 5-DOF robotic arm using FPGA. *In: TRENDS IN INDUSTRIAL MEASUREMENT AND AUTOMATION (TIMA)*, 2017. **Anais [...]. IEEE**, 2017. p. 1-6.

**SANTOS, A. M. de C.** **Garra robótica flexível integrada a visão computacional com acionamento pneumático: aplicação de soft robotics.** 2024. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia de Computação) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Pau dos Ferros, 2024.