

# DESENVOLVIMENTO E ANÁLISE COMPARATIVA DE UMA GARRA ROBÓTICA OTIMIZADA: Abordagem baseada em Ambientes Domésticos

Guilherme Nicolau Marostica<sup>1</sup>, Plínio Thomaz Aquino Junior<sup>2</sup>  
<sup>1</sup> Engenharia de Automação e Controle, Centro Universitário FEI  
<sup>2</sup> Ciência da Computação, Centro Universitário FEI  
[uniegmroostica@fei.edu.br](mailto:uniegmroostica@fei.edu.br); [plinio.aquino@fei.edu.br](mailto:plinio.aquino@fei.edu.br)

**Resumo:** A robótica doméstica expande apoiando diversas atividades de monitoramento e manipulação de objetos. A precisão na manipulação depende da garra robótica. Esse projeto criou uma garra versátil para robô HERA, que compete na RoboCup@Home, buscando otimizar manipulação de objetos. Testes mostraram que a nova garra teve melhor desempenho que a anterior, promovendo eficiência na manipulação em ambientes domésticos.

## 1. Introdução

A noção de robótica surgiu de visões literárias visionárias, evoluindo de máquinas físicas para englobar a inteligência artificial e interações homem-máquina. O termo robô foi introduzido por Karel Čapek em 1920, enquanto filmes como Metropolis (1927) influenciaram a visão futurista. Na realidade, a trajetória robótica foi marcada por avanços tecnológicos, desde o pioneiro WABOT nos anos 1970 até robôs cirúrgicos e assistentes domésticos contemporâneos. A robótica está cada vez mais presente em ambientes domésticos, desempenhando tarefas diárias, mas a manipulação precisa de objetos permanece desafiadora. A eficácia da manipulação depende de garras robóticas eficientes, abordando propriedades mecânicas, elétricas e integração de algoritmos. Desafios incluem adaptação a objetos variados, segurança na interação com humanos e aprimoramento da destreza e precisão. Em síntese, a evolução da robótica, de concepções literárias à realidade tecnológica, continua a moldar nosso cotidiano com avanços significativos.

## 2. Revisão Bibliográfica

A Robótica é uma disciplina interdisciplinar que une computação, mecânica e eletrônica para criar sistemas autônomos ou pré-programados, capazes de executar uma variedade de tarefas. Conforme definido pela Norma ISO 10218, um robô é uma máquina reprogramável com vários graus de liberdade, habilidade de manipulação e controle automático, adequado para diversas aplicações. O foco atual recai sobre os robôs autônomos, capazes de operar em ambientes não estruturados sem controle humano contínuo. Essa tecnologia permite aos robôs adquirir informações do ambiente, se movimentar e se adaptar a condições novas, o que os torna essenciais em diversas áreas, incluindo assistência a humanos. Os robôs de serviço, em particular, desempenham funções autônomas úteis para as pessoas, contribuindo para tarefas em locais de trabalho, domicílios e assistência a grupos vulneráveis. A evolução da robótica de serviço é

evidente nos avanços recentes. Uma habilidade fundamental para robôs de serviço é a capacidade de identificar e manipular objetos em seu ambiente. A integração da manipulação e identificação de objetos viabiliza a execução autônoma de tarefas, facilitada pela ferramenta MOVEit® do sistema operacional ROS. A tecnologia Kinect® da Microsoft, com sua nuvem de pontos, proporciona percepção tridimensional, e a cinemática inversa converte o planejamento de movimento desejado em ação de garra. Embora o MOVEit® no Robô HERA tenha impulsionado progressos significativos, limitações persistem, especialmente em relação à manipulação de objetos pequenos e de formas indefinidas. Superar essas barreiras é um desafio contínuo, visando aprimorar a eficácia e versatilidade dos robôs de serviço na vida cotidiana e além.

Realizou-se uma extensa revisão de trabalhos de outros grupos de pesquisa a fim de fundamentar o avanço do presente projeto. O crescente emprego de robôs no contexto cotidiano, notadamente em âmbitos domésticos, destaca a relevância intrínseca da habilidade de manipulação de objetos por parte de robôs de serviço. A seleção criteriosa da garra robótica adquire papel crucial, dada a notável diversidade de formatos que os objetos podem apresentar. Diversas abordagens foram minuciosamente examinadas, compreendendo desde uma garra tridigital com graus de liberdade variáveis até uma versátil garra flexível produzida por meio de impressão 3D. Também foram consideradas opções como uma garra de dupla pinça para objetos de características deformáveis, empregando dois braços robóticos distintos, bem como a aplicação engenhosa de sistemas de cremalheiras para o controle preciso. Essas estratégias desempenharão um papel fundamental ao fornecer os alicerces indispensáveis para a realização progressiva do atual projeto em desenvolvimento.

## 3. Robô Hera e a RoboCup@HOME

O robô HERA é um projeto desenvolvido desde 2015 para pesquisa em Interação Humano-Robô na FEI, buscando popularizar robôs domésticos e tecnologias assistivas. Como Robô Assistente de Ambiente Doméstico, HERA é essencial para avanços em interação humano-robô, requerendo uma garra adequada para manipular objetos de forma correta. O aperfeiçoamento do robô é direcionado para a competição RoboCup@Home, onde é testado em habilidades como interação homem-máquina,

adaptação, manipulação de objetos e reconhecimento em ambientes domésticos realistas. O sucesso nas tarefas da competição depende do reconhecimento e manipulação precisos de objetos, ilustrado pelo exemplo de servir bebidas apropriadas aos pedidos das pessoas. A preparação para a competição envolve reconhecimento de objetos e sua manipulação, com apenas um dia disponível para garantir que o robô atenda às exigências.

A presença de garras em manipuladores de robôs domésticos é de extrema importância, permitindo que essas máquinas executem tarefas variadas no ambiente residencial de maneira adaptável e eficiente. As garras proporcionam aos robôs a capacidade de agarrar e manipular objetos com diferentes formas e tamanhos, permitindo uma ampla gama de atividades, desde cozinhar até limpar e organizar. Além disso, a capacidade das garras em se adaptar às características dos objetos, combinada com sensores visuais e hápticos, assegura a segurança e precisão na interação com o ambiente doméstico, elevando a utilidade e versatilidade desses robôs no cotidiano das pessoas.



Figura 1 – Robô HERA  
Fonte: (RoboFEI, 2021)

#### 4. Garra Antecessora

A garra robótica Hera utiliza um sistema inteligente com duas juntas rotativas angulares, controladas por servo motores individuais em cada lâmina. As lâminas se movem em conjunto, fechando a garra quando os motores convergem para o centro. No entanto, há limitações notáveis, como a imprevisibilidade no fechamento das lâminas ao segurar objetos pequenos, imprecisão ao manipular objetos maleáveis ou pegar objetos verticalmente, e dificuldades ao agarrar objetos próximos à superfície. A garra se destaca ao lidar com objetos cilíndricos, como latas de refrigerante. Em resumo, a garra Hera é impressionante, mas possui limitações, especialmente com objetos pequenos e posições desafiadoras.

#### 5. Desenvolvimento da Garra

Para criar este projeto, foi realizado um dimensionamento detalhado usando a ferramenta Shaper 3D. O dispositivo consiste em duas hastes amarelas, uma delas conectada a uma estrutura cinza e a outra em contato com uma engrenagem na cremalheira. A engrenagem move a haste ao longo de um guia

predefinido, e a lubrificação é crucial para garantir um deslizamento suave. Na extremidade onde a garra do robô HERA será fixada, há um suporte inclinado projetado para um fechamento seguro. As faces do dispositivo se encaixam para melhorar a precisão e a estabilidade. O mecanismo funciona girando a engrenagem, com rotação no sentido anti-horário para fechar as pás e no sentido horário para abri-las.

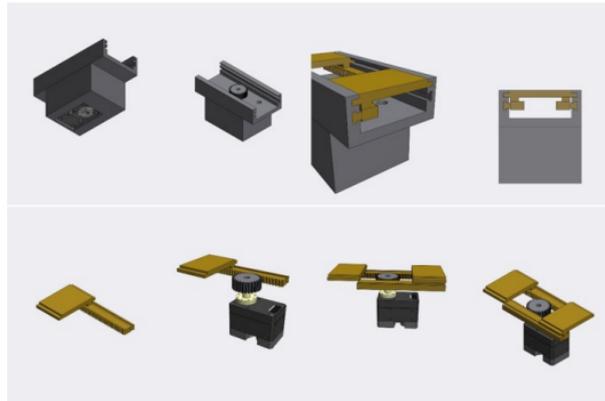


Figura 2: Vistas tridimensionais feitas no Software Shaper 3D  
Fonte: Elaboração própria

#### 7. Testes

Para os testes, o protótipo 3D da garra foi conectado ao braço robótico do Robô Hera. O braço foi anexado a uma superfície plana, e os objetos foram colocados a uma distância de 17 cm para o teste. Cada garra tentou pegar cada objeto apenas uma vez.

#### 8. Conclusão

Em resumo, a comparação entre as garras robóticas prismáticas e rotacionais revela vantagens distintas. A garra prismática se destaca pela precisão, manipulação de objetos menores e economia de recursos, sendo ideal para tarefas que exigem controle preciso. Por outro lado, a garra rotacional se destaca pela adaptabilidade a diferentes objetos e pela possibilidade de dimensionamento personalizado, sendo eficaz em aplicações domésticas. A compreensão dessas vantagens específicas ajuda a melhorar a eficiência, precisão e adaptabilidade dos sistemas robóticos, permitindo a escolha da abordagem mais adequada para cada aplicação e impulsionando a inovação na robótica.

#### 9. Referências

- [1] CHOI, Myoung-Su et al. Development of multi-purpose universal gripper. In: p. 1421–1424. DOI: 10.23919/SICE.2017.8105739.
- [2] SADEGHIAN, Rasoul et al. Design, Development and Control of a Three Flexible-Fingers Gripper Based On Hand Gesture. In: p. 359–363. DOI: 10.1109/ICRoM.2018.8657517.
- SAHARI, Ksm et al. [3] Clothes Manipulation by Robot Grippers with Roller Fingertips. *Advanced Robotics*, v. 24, p. 139–158, jan. 2010. DOI: 10.1163/016918609X12586175245158.

<sup>1</sup> Aluno de IC do Centro Universitário FEI. Projeto com vigência de 09/2022 a 06/2023.