

RECONHECIMENTO DE OBJETOS UTILIZANDO O ESFORÇO DOS MOTORES DE UM MANIPULADOR ROBÓTICO

Flora Machado Aidar¹, Plinio Thomaz Aquino-Junior¹

¹ Departamento de Ciência da Computação, Centro Universitário FEI
flomaidar@gmail.com, plinio.aquino@fei.edu.br

Resumo: Este projeto de Iniciação Científica foca no desenvolvimento do módulo de manipulação do robô doméstico Hera, criado por estudantes do Centro Universitário FEI. O objetivo é capacitar o robô a arrumar objetos em uma prateleira, identificando os objetos manipulados através do esforço aplicado pelo motor da garra. Será feita também uma comparação em relação ao melhor método de análise para detecção de tais objetos, análise do esforço do motor, e variação da corrente exercida no sistema.

1. Introdução

A evolução dos manipuladores robóticos tem sido fundamental para o avanço da robótica em diversas áreas, incluindo a robótica de serviço, que se beneficia diretamente das capacidades desses dispositivos. Dentro desse contexto, o estudo dos esforços dos motores, especialmente dos servomotores, emerge como uma área crítica de pesquisa para o aprimoramento da percepção e da interação dos robôs com o ambiente. A capacidade dos robôs de reconhecer e manipular objetos com precisão e segurança é um desafio significativo, principalmente em ambientes não estruturados, como residências, onde a variabilidade dos objetos e das condições de operação é elevada.

O reconhecimento de objetos com base nos esforços aplicados pelos motores de um manipulador robótico oferece uma abordagem inovadora e promissora para a robótica autônoma. Ao medir a força exercida pelos motores durante a manipulação, é possível inferir características físicas dos objetos, como rigidez, flexibilidade, e textura, sem a necessidade de sistemas de visão ou sensores externos complexos. Essa metodologia permite que robôs dotados de manipuladores realizem tarefas de forma mais eficiente e adaptativa, ajustando a força aplicada em tempo real de acordo com as propriedades detectadas dos objetos.

Além disso, o estudo dos esforços dos motores possibilita a implementação de mecanismos de proteção e segurança, prevenindo danos tanto ao robô quanto ao ambiente ao seu redor. A análise detalhada da corrente e do torque dos servomotores durante a operação fornece dados valiosos que podem ser usados para otimizar o controle do robô, aprimorando sua capacidade de realizar tarefas que demandam alta precisão e sensibilidade. Esse tipo de reconhecimento de objetos é especialmente relevante para robôs domésticos, que devem lidar com uma variedade de objetos de diferentes materiais e formatos, desde utensílios de cozinha até brinquedos infantis.

No contexto dos robôs autônomos inteligentes [1], a integração de sistemas capazes de analisar e interpretar os esforços dos motores durante a manipulação representa um passo significativo em direção a uma

interação mais intuitiva e eficiente entre robôs e seres humanos. Esses avanços podem levar a robôs que não apenas realizam tarefas de forma mais eficaz, mas que também são capazes de aprender e adaptar seu comportamento com base na experiência, tornando-se ferramentas ainda mais valiosas no ambiente doméstico. Assim, a pesquisa sobre o reconhecimento de objetos por meio da análise dos esforços dos motores de manipuladores robóticos não só contribui para o avanço da robótica de serviço, mas também amplia as fronteiras do que é possível em termos de automação e interação homem-máquina.

2. Aplicações de Manipulação na RoboCup e Robô Hera

A RoboCup@Home é uma competição internacional que promove o avanço da pesquisa e do desenvolvimento de robôs para ambientes domésticos, desafiando equipes a criar sistemas robóticos autônomos capazes de executar tarefas complexas em residências. Como parte integrante do evento RoboCup, essa competição exige que os robôs demonstrem suas habilidades em ambientes não estruturados, simulando cenários reais de lares. Dentre as diversas provas da RoboCup@Home, a tarefa conhecida como *Storing Groceries* se destaca por sua complexidade, onde os robôs devem identificar, classificar e organizar itens de supermercado em locais apropriados dentro de uma prateleira, em uma casa simulada. Essa tarefa demanda um alto nível de percepção, manipulação, e planejamento, desafiando os robôs a navegar por ambientes com obstáculos e a interagir de forma eficiente com diversos tipos de objetos.



Figura 1 – Plataforma robótica Hera

O robô Hera, desenvolvido pela equipe RoboFEI, composta por estudantes de engenharia e ciência da

computação do Centro Universitário FEI, é um exemplo de robô doméstico projetado para competir na RoboCup@Home (Figura 1). A Hera (*Home Environment Robot Assistant*) é um robô autônomo equipado com uma variedade de módulos que lhe permitem mapear e navegar por ambientes, realizar detecção de objetos e pessoas através de visão computacional, e reconhecer comandos de voz. Além disso, a Hera possui capacidades de manipulação, o que lhe permite executar tarefas domésticas, como a organização de ambientes desordenados, a remoção de lixo, e o armazenamento eficiente de compras. A integração desses módulos faz da Hera uma plataforma robusta para a demonstração e aprimoramento de tecnologias voltadas à coexistência de robôs com seres humanos em ambientes domésticos, destacando seu potencial em tarefas que exigem interação humano-robô de alta complexidade.

3. A Garra do Manipulador em Estudo

Os manipuladores geralmente possuem a região do braço robótico com uma garra ou ferramenta na ponta. Esta é projetada para agarrar, segurar ou realizar outras tarefas específicas, dependendo do objetivo da manipulação. Para manipular uma ampla variedade de objetos, o robô Hera utiliza uma garra adaptável feita de ABS, um plástico flexível e comum em peças de robôs [3]. Essa garra, impressa em 3D, pode ser personalizada em tamanho, formato e flexibilidade para diferentes aplicações. A garra é acionada por dois motores Dynamixel XM430-W210, que permitem o fechamento total para agarrar objetos. O material flexível se ajusta ao formato dele, e o feedback dos motores ajuda a identificar o tipo de objeto com base na resistência encontrada durante a manipulação. A Figura 2 ilustra as garras desenvolvidas e projetadas pela Equipe RoboFEI, sendo objeto de estudo nesta pesquisa.



Figura 2 – Garras do robô fazendo esforços diferentes.

4. Metodologia e Condução da Pesquisa

A condução desta pesquisa está focada na análise dos esforços dos motores Dynamixel utilizados na garra do robô, com base nos feedbacks fornecidos por esses motores durante a manipulação de objetos. Inicialmente, foi configurado um ambiente de teste controlado, no qual diversos objetos, variando em tamanho e dureza, foram selecionados para serem manipulados pela garra robótica. Cada motor foi programado para ajustar a pressão aplicada conforme o feedback recebido ao longo do processo de agarre, permitindo uma resposta adaptativa às características físicas dos objetos.

Os motores Dynamixel estão monitorando e registrando continuamente o esforço requerido para fechar a garra completamente ao redor dos objetos. Esses dados de esforço são coletados em tempo real e analisados com o objetivo de identificar padrões de resistência e adaptação da garra em função das propriedades dos objetos manipulados. A avaliação dos resultados visa correlacionar o feedback dos motores com as características físicas dos objetos, proporcionando uma compreensão mais aprofundada sobre como diferentes materiais e formas influenciam o comportamento do sistema de manipulação.

5. Conclusão e Próximos Passos

Conforme avançamos nas etapas finais desta pesquisa, a análise dos esforços dos motores na manipulação de objetos será consolidada com a adição de gráficos comparativos. Paralelamente, uma nova abordagem será implementada, utilizando a medição da corrente elétrica fornecida aos motores como forma alternativa de análise. O objetivo é comparar a eficiência dessas duas metodologias na identificação das características físicas dos objetos manipulados, com base na resistência específica que cada um oferece à força aplicada pelos motores.

Na plataforma robótica Hera, um microcontrolador Arduino embarcado será utilizado para integrar novos sensores, incluindo o sensor de corrente ACS712, que mede a corrente elétrica nos motores Dynamixel através do efeito Hall. Esse sensor permitirá monitorar o consumo de corrente dos servomotores em tempo real, fornecendo dados cruciais para a análise da resistência criada pelos objetos. Com essa abordagem, será possível diferenciar objetos de diferentes tamanhos e rigidez, refinando o processo de identificação.

À medida que a pesquisa se aproxima de sua conclusão, será possível determinar qual das metodologias (o monitoramento direto dos esforços dos motores ou a medição da corrente elétrica) oferece maior precisão e eficácia na manipulação e identificação dos objetos. O método que demonstrar melhor desempenho será então implementado na programação do robô Hera, aprimorando sua capacidade de executar tarefas como o *Storing Groceries* com maior precisão. A integração deste método otimizado permitirá ao robô realizar as tarefas de forma mais eficiente, adaptando-se de maneira mais eficaz aos desafios impostos por ambientes domésticos simulados e elevando seu desempenho geral na competição RoboCup@Home [2].

6. Referências

- [1] ASIMOV, Isaac. Eu, robô. São Paulo: Companhia das Letras, 2004; (Original publicado em 1950).
- [2] ROBOCUP@HOME. [S.l.: s.n.]. www.robocupathome.org/. Acessado em 08/2024
- [3] HUGHES J., CULHA U., GIARDINA F. *et al.*, Soft Manipulators and Grippers: A Review, *Frontiers in Robotics and AI*, volume 3, 2016.

¹ Aluna de IC do Curso de Engenharia de Robôs do Centro Universitário FEI. Projeto com vigência de 02/2024 a 12/2024.