



## ROBÔ DE SERVIÇO BILL: EXPLORANDO A HABILIDADE DE MANIPULAÇÃO DE OBJETOS

Reinan Carvalho Amaral<sup>1</sup>

Josemar Rodrigues de Souza<sup>2</sup>

Ana Patrícia Fontes Magalhães Mascarenhas<sup>3</sup>.

Área Temática – Universidade pública: conhecimento científico e (geo)tecnológico

Agência Financiadora: não contou com financiamento

### Resumo

Robô de serviço é uma categoria de robô que realiza atividades rotineiras ou de risco para os humanos, por exemplo, arrumar a casa, localizar vazamentos de gás, entre outros. Estes robôs precisam ter habilidades que possibilitem interagir com humanos, navegar em um ambiente e reconhecer e manipular objetos. Esta pesquisa trabalha com o desenvolvimento do robô de serviço Bill (*Bot, Intelligent, Large Capacity, Low Cost*) desenvolvido pelo Centro de Pesquisa em Arquitetura de Computadores, Sistemas Inteligentes e Robótica (ACSO) da Universidade do Estado da Bahia (UNEB). Mais especificamente, tem como objetivo geral apresentar o desenvolvimento da habilidade de manipulação de Bill. Como objetivo específico o trabalho deve projetar e implementar o braço robótico e validar seu funcionamento para a manipulação de objetos. A metodologia utilizada no desenvolvimento do trabalho se iniciou com um estudo sobre robô de serviço e as tecnologias utilizadas para manipulação. Em seguida foi realizada a montagem e teste mecânico do braço robótico de Bill. Na etapa seguinte o braço foi construído em um simulador e foram realizados novos testes para avaliar o uso de outras tecnologias e a implementação de funcionalidades relacionadas à manipulação de objetos. Finalmente os resultados obtidos no simulador serão transferidos para o braço físico e integrados ao robô Bill. Espera-se que Bill esteja preparado para participar da Competição Brasileira de Robótica (CBR). Este artigo apresenta a arquitetura e as tecnologias utilizadas na implementação do braço mecânico de Bill além dos os resultados obtidos ao longo de sua validação. As simulações realizadas até o momento tiveram resultados satisfatórios indicando que as implementações estão prontas para serem replicadas para o braço físico com poucos ajustes.

**Palavras-chave:** Robô de serviço. Manipulação. Braço Mecânico. Simulador. Gazebo.

### Introdução

A robótica tem se tornado cada vez mais relevante na sociedade moderna, trazendo benefícios significativos ao transformar diversos setores. Os robôs de serviço surgiram como assistentes capazes de realizar uma ampla gama de tarefas para facilitar a vida das pessoas, tais

---

<sup>1</sup>UNEB-ACSO; Bacharelado; reinanff@gmail.com.

<sup>2</sup>UNEB-ACSO; Doutorado; josemar@uneb.br.

<sup>3</sup>UNEB-ACSO; Doutorado; apmagalhaes@uneb.br.

como limpeza, organização, assistência a pessoas com mobilidade reduzida e entrega de objetos. Para realizar essas tarefas o robô precisa ter habilidade de interação com os humanos, para entender o que é solicitado; navegação, para se locomover em um ambiente; visão, para reconhecer objetos e pessoas; e manipulação, para pegar objetos. Um exemplo de um robô no mercado é o PEPPER (PEPPER, 2023).

Os robôs de serviço com recursos de manipulação podem manipular objetos físicos com precisão e segurança. Por exemplo, um robô de serviço com um braço mecânico pode executar a tarefa de montagem de componentes eletrônicos, onde é necessária uma colocação precisa de peças pequenas em um circuito (GOEBEL, 2012). O braço mecânico do robô pode ser programado para agarrar e posicionar com precisão os componentes nos locais corretos, garantindo uma montagem precisa e livre de erros. Essa precisão na manipulação dos objetos contribui para a eficiência e qualidade das tarefas executadas pelo robô de serviço.

A manipulação de objetos por robôs é um desafio complexo que abrange vários aspectos (GOEBEL, 2012). Ele demanda que os robôs percebam e identifiquem objetos, planejem o movimento e controlem com precisão o braço robótico. Enfrentar esse desafio exige tecnologias avançadas e algoritmos inteligentes para que os robôs possam lidar com a variabilidade e a imprevisibilidade do ambiente em que operam. Um exemplo de desafio está relacionado à questão da força aplicada pelo braço ao pegar um objeto. Se a força for muito forte, pode danificar o objeto, enquanto se for muito fraca, pode resultar na queda do objeto. Portanto, é necessário desenvolver algoritmos inteligentes que permitam ao robô ajustar a força aplicada de acordo com a natureza do objeto e a tarefa a ser realizada.

Ao avançar no desenvolvimento do braço mecânico de um robô de serviço, é fundamental considerar esses desafios e buscar soluções que garantam uma manipulação eficiente e segura dos objetos. Isso pode envolver o desenvolvimento de estratégias de controle avançadas, a utilização de sensores para estimar a força exercida sobre o objeto e a implementação de algoritmos de visão computacional para reconhecimento preciso dos objetos.

Este artigo apresenta o desenvolvimento do braço de Bot Intelligent Low 1 (BILL), um robô de serviço destinado a realizar tarefas em um ambiente doméstico desenvolvido pelo Centro de Pesquisa em Arquitetura de Computadores, Sistemas Inteligentes e Robótica (ACSO) da Universidade do Estado da Bahia (UNEB). A manipulação de objetos requer a integração de vários componentes e tecnologias em uma habilidade complexa. Por isso, serão apresentadas a

arquitetura de BILL e as tecnologias utilizadas no seu desenvolvimento. BILL é utilizado como berço de teste para as diversas tecnologias envolvidas em um robô de serviço.

A seção a seguir apresenta a metodologia utilizada para o desenvolvimento do projeto de manipulação de BILL. Em seguida é apresentada uma discussão da solução projetada e os resultados obtidos nos testes. Finalmente são apresentadas as conclusões do projeto.

## **Metodologia**

O robô BILL já possui um braço mecânico desenvolvido por outro projeto de pesquisa. Este braço precisa ser integrado ao restante da carcaça de BILL e programado para realizar tarefas. Desta forma, o desenvolvimento do trabalho se iniciou com um estudo geral sobre o robô de serviços e manipuladores. Este estudo foi necessário para adquirir conhecimento sobre cada funcionalidade do robô, pois a manipulação de objetos se conecta com todas as outras funcionalidades. Por exemplo, para pegar uma maçã na cozinha o robô precisa utilizar a habilidade de visão computacional para reconhecer a maçã e precisa ter habilidade de navegação para se locomover até a cozinha. Só então ele vai de fato pegar, manipular, a maçã. Após esta etapa, foi realizado um conjunto de testes no braço robótico ainda desacoplado da carcaça do robô BILL para verificar se as juntas mecânicas estavam funcionando conforme a sua especificação. Em seguida foi realizada a instalação e configuração do ambiente do ROS2, o sistema operacional de robôs utilizado pelo BILL, e novos testes foram realizados garantindo a compatibilidade entre os componentes utilizados. A etapa seguinte consistiu em desenvolver funcionalidades em um simulador de robôs. O próximo passo será transferir essas funcionalidades do simulador para o robô físico e finalmente testar as tarefas de manipulação necessárias para o robô BILL atender às necessidades de seus usuários.

## **Resultados e discussões**

O Centro de Pesquisa ACSO vem desenvolvendo pesquisas no âmbito de robôs inteligentes há mais de uma década. O BILL é o nosso robô de serviço que foi criado em 2014 e está na sua terceira versão. A manipulação de objetos desenvolvida para BILL utiliza um braço robótico composto por 5 servos motores da Dynamixel AX-12A (ROBOTIS, 2023), que fazem os movimentos simulando as articulações de um braço real. Possui também uma pinça na ponta do braço para poder agarrar os objetos (Figura 1). Todo esse sistema é controlado por um Arduino Arbotix-M (TROSSEN, 2023), modelo apropriado para trabalhar com servo

motores. Os testes realizados no braço robótico de BILL mostraram que o robô consegue mover cada uma das juntas conforme especificado no seu projeto.

Figura 1. Braço robótico utilizado no robô BILL



Fonte: os autores

Para tornar mais rápido e eficaz, nos testes no braço mecânico, foi adotado o uso de simuladores, ferramentas de simulação que imitam o comportamento real do robô e permitem que sejam feitos testes e ajustes de forma mais barata e rápida. Por exemplo, é possível avaliar a performance e utilidade de novos componentes antes mesmo de adquiri-los. Por isso, este projeto utiliza o simulador de Robô chamado Gazebo (INFOQ, 2023). Inicialmente foi necessário adaptar o simulador para que este funcione com o sistema operacional de robôs ROS 2 (INFOQ, 2023) utilizado por Bill. Em seguida foram realizados diversos testes simulando trajetórias que o braço deve se mover, com resultados satisfatórios.

Agora, nosso próximo passo é transferir o conhecimento adquirido no simulador para o braço físico de Bill. Faremos a integração do software de controle desenvolvido no ROS 2 com os componentes eletrônicos do braço. Realizaremos testes extensivos para ajustar e calibrar os parâmetros de controle, garantindo que o braço manipulador funcione corretamente.

## Considerações finais

Este artigo apresentou o desenvolvimento do braço mecânico que implementa a habilidade de manipulação de objetos do robô de serviço Bill. Utilizou-se o braço simulado como meio de aumentar a produtividade do desenvolvimento. Os testes realizados no simulador evidenciaram que o braço é capaz de realizar os movimentos necessários para desenvolver as atividades necessárias para Bill. Atualmente estamos implementando e transferindo o conhecimento do simulador para o robô físico. Pretendemos avaliar a integração das diversas habilidades do robô na Competição Brasileira de Robótica (CBR) no final do ano. O aluno que participa desta pesquisa é bolsista de Iniciação Científica do CNPQ de 2022.

## REFERÊNCIAS

GOEBEL, Patrick. ROS by example indigo volume 1, 2012.

INFOQ. (n.d.). ROS 2 + Gazebo: Tutorial. InfoQ. Acessado em 29 de junho de 2023, disponível em <https://www.infoq.com/br/articles/ros-2-gazebo-tutorial/>

PEPPER. Pepper. SoftBank Robotics. Acessado em 30 de junho de 2023, disponível em <https://www.softbankrobotics.com/>

ROBOTIS. (n.d.). Dynamixel AX-12A Servo Motor. Acessado em 29 de junho de 2023, disponível em <https://emmanual.robotis.com/docs/en/dxl/ax/ax-12a/>

TROSSEN Robotics. (n.d.). Arbotix Robot Controller. Acessado em 29 de junho de 2023, disponível em <https://www.trossenrobotics.com/p/arbotix-robot-controller.aspx>.