

TRANSIÇÃO DE SOFTWARE ENTRE PLATAFORMAS ROBÓTICAS E SUAS IMPLICAÇÕES

Guilherme Morais Escudeiro¹, Plinio Thomaz Aquino Junior²

^{1,2} Departamento de Ciência da Computação, Centro Universitário FEI

unifgescudeiro@fei.edu.br, plinio.aquino@fei.edu.br

Resumo: Este trabalho realiza um estudo comparativo entre as plataformas robóticas HERMES e HERA, com o objetivo de migrar a HERA de ROS1 para ROS2, utilizando o código da HERMES. O estudo destaca as diferenças entre as bases robóticas e os desafios na adaptação dos algoritmos de controle e comunicação, passando do *rosterial* para o *microROS*. Os resultados mostram a viabilidade da migração, a versatilidade do ROS2 e a eficácia de estratégias alternativas, como o uso de arquivos JSON para comunicação, oferecendo orientações valiosas para futuras integrações robóticas.

1. Introdução

No campo da robótica móvel, a utilização de diferentes plataformas robóticas, cada uma com suas características específicas, proporciona uma base rica para estudos comparativos e desenvolvimentos tecnológicos. A evolução das arquiteturas de software, como a transição do ROS1 [1] para o ROS2 [2], oferece novas oportunidades e desafios no controle de robôs móveis, especialmente quando se considera a integração com diferentes tipos de bases robóticas e sistemas de comunicação. Este estudo foca na comparação de duas plataformas robóticas: HERMES, que utiliza o ROS2, uma base omnidirecional de três rodas e comunicação via *microROS* [3]; e HERA [4], que emprega o ROS1, uma base diferencial de quatro rodas com comunicação via *rosterial* [5]. A principal motivação deste trabalho é explorar as vantagens e desvantagens de cada plataforma, identificar os desafios envolvidos na transição do ROS1 para o ROS2, e descrever as adaptações necessárias para migrar a HERA para ROS2, utilizando o código já desenvolvido para o HERMES [6].

2. Metodologia de Pesquisa

O estudo foi conduzido em duas etapas principais. A primeira etapa consistiu em uma análise comparativa das duas plataformas, considerando tanto as características físicas das bases robóticas quanto os aspectos técnicos dos sistemas de controle e comunicação. Essa análise envolveu a revisão da literatura relevante e a avaliação prática das funcionalidades de cada plataforma em um ambiente controlado. A segunda etapa envolveu a implementação prática das mudanças necessárias para a migração da plataforma HERA de ROS1 para ROS2. Essa etapa incluiu o desenvolvimento de novos controladores adaptados à base diferencial de HERA, a substituição do sistema de comunicação *rosterial* pelo *microROS*, e a exploração de soluções alternativas de comunicação, como o uso de arquivos JSON, devido às limitações de hardware.

3. Desenvolvimento

A principal diferença física entre as plataformas robóticas HERMES e HERA reside na configuração das bases robóticas. Enquanto o HERMES utiliza uma base omnidirecional com três rodas, o HERA opera com uma base diferencial de quatro rodas *Mecanum*. Embora ambas as bases possam proporcionar movimento omnidirecional, a base do HERA apresenta desafios adicionais que a levam a ser utilizada majoritariamente em um sistema não-holônomo. Essas diferenças requerem considerações específicas ao adaptar os códigos de controle para cada plataforma.

O HERMES, equipado com o ROS2, utiliza o pacote *ros2_control*, que facilita o controle dos motores e a implementação de estratégias de navegação complexas. A transição para ROS2 no HERA, mantendo a compatibilidade com o *ros2_control*, exige a substituição do controlador omnidirecional por um controlador de base diferencial adequado às suas quatro rodas. Este novo controlador deve ser capaz de realizar os cálculos das velocidades dos motores em tempo real e fornecer informações precisas de odometria, ajustadas ao modelo de movimento diferencial.

Em um sistema robótico, a necessidade desse intercâmbio de informações entre os componentes do robô é vital para seu funcionamento, e com o desenrolar do desenvolvimento de um robô a grande quantidade de informações que circulam no ambiente do robô se torna um problema. Levando isso em conta, o ROS se torna uma ótima opção para essa passagem de mensagens entre processos devido a facilidade que o sistema proporciona para tais procedimentos.

Entretanto no controle de hardware de baixo nível, em ambos os robôs são utilizados microcontroladores os quais não são incluídos no ecossistema ROS, isso gera dificuldades na comunicação desses dispositivos com o computador. Para isso, existem pacotes que permitem essa inclusão dos controladores com os outros serviços do ROS.

Em ROS1, o pacote que permite tal feito é chamado *rosterial*, que permite a integração eficiente entre microcontroladores e o sistema ROS utilizando uma arquitetura cliente-servidor específica. No entanto, em ROS2, o pacote equivalente é o *microROS*, que, embora siga uma arquitetura similar, utiliza o protocolo XRCE-DDS, oferecendo melhorias significativas em termos de integridade e segurança da comunicação. Entretanto, essas melhorias trazem consigo um aumento nas exigências de hardware, o que pode comprometer o desempenho em microcontroladores com capacidade limitada, como o Arduino DUE utilizado na HERA. Economizar nas exigências de hardware é um requisito

muito importante para as plataformas desenvolvidas no Centro Universitário FEI.

Para contornar as limitações do *microROS*, foi proposta a implementação de um sistema de comunicação alternativo baseado em arquivos JSON. Este sistema permite a troca de dados de forma eficiente, utilizando a porta USB para o envio de comandos de velocidade e a recepção de informações dos *encoders* necessárias para a odometria. O JSON, por ser uma solução leve e amplamente suportada, facilita a implementação e garante a interoperabilidade com diversas linguagens de programação. Além de que, assim como o ROS, possui uma interface que facilita a multiplexação de dados, sendo assim caso haja a necessidade da conexão de mais dispositivos ao Arduino que requerem a troca de dados com o computador, o formato compacto das mensagens contidas no arquivo de tipo atributo-valor faz com que o acesso a múltiplas informações seja simplificado.

4. Resultados

Os resultados obtidos a partir da análise comparativa das plataformas robóticas HERMES e HERA revelaram diferenças significativas que impactam diretamente as estratégias de controle e comunicação necessárias para a operação de cada robô. Embora ambas as plataformas tenham sido projetadas para suportar movimento omnidirecional, a configuração das bases robóticas impôs desafios distintos. No caso do HERMES, a base omnidirecional de três rodas, aliada ao uso do ROS2, permitiu um controle mais refinado e uma navegação mais fluida. Em contraste, a base diferencial de quatro rodas do HERA, apesar de oferecer potencial para movimento omnidirecional, foi majoritariamente utilizada em um sistema não-holônomo, exigindo uma adaptação específica no controlador de base durante a migração para o ROS2.

A migração da plataforma HERA de ROS1 para ROS2 foi bem-sucedida no que diz respeito à adaptação do controlador de base diferencial. A implementação do *ros2_control* no HERA permitiu um controle mais robusto e flexível dos motores, compatível com a nova arquitetura. No entanto, a substituição do *roserial* por *microROS* apresentou desafios consideráveis. As limitações de desempenho do hardware, especialmente relacionadas ao uso do Arduino DUE, tornaram a comunicação via *microROS* menos eficiente do que o esperado. O protocolo XRCE-DDS, embora mais seguro e robusto, impôs uma carga maior ao microcontrolador, comprometendo o desempenho em certos cenários.

Para contornar essas limitações, foi implementada uma solução alternativa de comunicação baseada em arquivos JSON. Essa abordagem se mostrou viável e eficaz, permitindo a continuidade da comunicação entre o microcontrolador e o sistema ROS2 sem comprometer o desempenho. A troca de dados através de arquivos JSON, utilizando a porta USB, proporcionou uma alternativa leve e eficiente, superando as limitações impostas pelo *microROS*. Essa solução demonstrou ser uma estratégia prática para manter a integridade da comunicação em sistemas com restrições de hardware,

garantindo que a plataforma HERA pudesse operar eficientemente sob a nova arquitetura do ROS2.

Esses resultados indicam que, embora a migração para ROS2 traga benefícios substanciais em termos de controle e robustez, ela também exige um planejamento cuidadoso e, em alguns casos, a adoção de soluções criativas para superar as limitações de hardware. A experiência obtida com a plataforma HERA fornece insights valiosos para futuras migrações de sistemas robóticos, destacando a importância de considerar as características específicas de cada plataforma ao adaptar novas tecnologias.

5. Conclusões

Este estudo comparativo entre as plataformas robóticas HERMES e HERA destaca as vantagens e desafios associados à transição do ROS1 para o ROS2 em sistemas robóticos com diferentes arquiteturas de base e comunicação.

A implementação de um controlador de base diferencial e a substituição do sistema de comunicação foram etapas críticas na migração de HERA para ROS2, demonstrando que, embora o ROS2 ofereça melhorias substanciais, estas exigem considerações cuidadosas em termos de compatibilidade de hardware e arquitetura de sistema. A adoção de uma solução de comunicação baseada em JSON se apresentou como uma alternativa viável frente às limitações do *microROS*, oferecendo um caminho para a continuidade do desenvolvimento da plataforma HERA sob o novo sistema ROS2. O trabalho futuro pode explorar a otimização dessa solução e a investigação de alternativas de comunicação que possam melhor aproveitar as capacidades do ROS2 em plataformas robóticas com recursos limitados.

6. Referências

- [1] QUIGLEY, Morgan et al. ROS: an open-source Robot Operating System (2009). Disponível em: <http://robotics.stanford.edu/~ang/papers/icra09-ROS.pdf>
- [2] MACENSKI, Steve et al. Robot Operating System 2: Design, Architecture, and Uses In The Wild. Science Robotics, vol. 7, n. 66, 2022.
- [3] MICRO-ROS. Disponível em: <https://micro.ros.org/>
- [4] G. Nicolau Marostica, N. A. Grotti Meireles Aguiar, F. d. A. Moura Pimentel, and P. T. Aquino-Junior, "Robofei@home: Winning team of the robocup@home open platform league 2022," in RoboCup 2022: Robot World Cup XXV, Eds. Cham: Springer International Publishing, 2023, pp. 325–336.
- [5] ROSSERIAL. Disponível em: <https://wiki.ros.org/roserial>
- [6] G. C. Bagio, P. C. Vazquez, G. R. Collado. G. Escudeiro, M. P. Rodrigues, M. Soares e P. T. A. Junior. Integration of Optical Sensors and Encoders in Navigation Controllers for Omnidirectional Robots Using ROS2. In: V BRAHUR and VI Brazilian Workshop on Service Robotics, 2024.

¹ Aluno Integrante da Equipe RoboFEI@Home do Centro Universitário FEI.