TELEOPERAÇÃO IMERSIVA DE ROBÔ QUADRÚPEDE UTILIZANDO REALIDADE VIRTUAL E CÂMERA PTZ

Alexandra Tavares Tromm, Douglas Wildgrube Bertol

INTRODUÇÃO

A utilização de robôs móveis em ambientes de difícil acesso tem impulsionado o desenvolvimento de sistemas de teleoperação capazes de aumentar a segurança e a percepção do operador. Nesse contexto, robôs quadrúpedes destacam-se pela mobilidade em terrenos irregulares, enquanto tecnologias de Realidade Virtual podem proporcionar uma interação mais imersiva com o ambiente remoto (WHITNEY et al., 2017).

Diante disso, este trabalho tem como objetivo desenvolver uma plataforma de teleoperação imersiva integrando o robô quadrúpede Unitree B2, o Robot Operating System 2 (ROS 2), a plataforma Unity e o headset Meta Quest 3. Além da visualização remota, os movimentos da cabeça do operador são utilizados como referência para controlar uma câmera PTZ.

DESENVOLVIMENTO

O desenvolvimento da plataforma foi realizado de maneira incremental, permitindo que cada módulo fosse testado individualmente antes da integração completa. Inicialmente, foi configurado o ambiente computacional utilizando Ubuntu 22.04 LTS, ROS 2 Jazzy Jalisco, Unity, OpenXR . A comunicação entre a Unity e o ROS 2 foi realizada por meio do ROS-TCP-Connector.

A primeira etapa consistiu no estabelecimento da comunicação entre o Unitree B2 e o ambiente ROS 2. Após a inicialização dos nós, foram identificados os tópicos disponibilizados pelo robô, incluindo aqueles relacionados às imagens de suas câmeras.

Após a integração com o headset, iniciou-se a aquisição dos movimentos da cabeça do operador. O sistema de rastreamento do Meta Quest 3 foi utilizado para obter informações de posição e orientação. Para facilitar a interpretação dos movimentos, a orientação também foi representada pelos ângulos de *pitch*, *yaw* e *roll*. Foi definida uma referência inicial, permitindo calcular os movimentos de maneira relativa à posição ocupada pelo operador no início da aplicação.

Os dados adquiridos foram convertidos para o sistema de coordenadas utilizado pelo ROS 2 e publicados no tópico */quest/head_pose*, utilizando mensagens do tipo *geometry_msgs/msg/Pose.* Dessa forma, as informações provenientes do headset passaram a estar disponíveis para utilização pelos demais componentes da plataforma.

Posteriormente, esses dados foram empregados no controle de uma câmera PTZ Hikvision. Inicialmente, foram realizados testes manuais para verificar os movimentos de *pan* e *tilt* e, após essa validação, os comandos passaram a ser gerados a partir dos movimentos da cabeça. Essa estratégia de associar o rastreamento da cabeça à orientação de uma câmera remota também é empregada em sistemas de teleoperação imersiva descritos por Martins, Oakley e Ventura (2015).

A orientação recebida pelo tópico */quest/head_pose* foi convertida de *quaternion* para ângulos de Euler. O movimento de *yaw* foi relacionado ao eixo de *pan* da câmera, enquanto o movimento de *pitch* foi associado ao eixo de *tilt*. Após testes experimentais para identificar os sentidos de movimentação, foi implementado o controle por posição absoluta, permitindo relacionar a orientação da cabeça a uma posição correspondente da câmera.

Por fim, foi desenvolvido o fluxo de retorno das imagens da câmera PTZ. O vídeo é obtido por meio do protocolo RTSP, processado e publicado no tópico */hikvision/image/compressed*. A Unity recebe essas imagens através do ROS-TCP-Connector e atualiza uma textura apresentada diretamente na interface visual do Meta Quest 3.

RESULTADOS

Na integração com a câmera PTZ, verificou-se que os movimentos horizontais e verticais da cabeça podiam ser utilizados como referência para os eixos de *pan* e *tilt*. A implementação do controle por posição absoluta permitiu associar uma determinada orientação da cabeça a uma posição correspondente da câmera, evitando que o dispositivo continuasse se movimentando quando o operador permanecia com a cabeça parada.

Dessa forma, foram estabelecidos dois fluxos complementares de informação. No primeiro, os movimentos do operador são transmitidos do Meta Quest 3 para o ROS 2 e utilizados no controle da câmera PTZ. No segundo, as imagens capturadas pela câmera percorrem o caminho inverso até serem apresentadas ao operador no headset, estabelecendo uma comunicação bidirecional entre o usuário e o sistema remoto.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos demonstraram a viabilidade da integração entre o Meta Quest 3, o ROS 2, a Unity e a câmera PTZ para o desenvolvimento de uma plataforma de teleoperação imersiva. O rastreamento da cabeça do operador pôde ser utilizado como referência para controlar os movimentos da câmera, enquanto as imagens capturadas foram transmitidas de volta ao headset. Como continuidade do trabalho, pretende-se aprimorar a transmissão das imagens e avaliar a latência.

Palavras-chave: teleoperação imersiva; robótica quadrúpede; realidade virtual; ROS 2; Meta Quest 3.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

MARTINS, Henrique; OAKLEY, Ian; VENTURA, Rodrigo. Design and evaluation of a head-mounted display for immersive 3D teleoperation of field robots. **Robotica**, Cambridge University Press, v. 33, n. 10, p. 2166–2185, 2015.

WHITNEY, David et al. Comparing robot grasping teleoperation across desktop and virtual reality with ROS Reality. In: **Robotics Research: The 18th International Symposium ISRR**. Springer International Publishing, 2017. p. 335–350.