

ROS 2: Arquitectura, Aplicaciones y Futuro de la Robótica Inteligente

Daniel Alejandro peñaloza Cuesta

Introducción

En los últimos años, la robótica ha experimentado un crecimiento notable impulsado por el uso de plataformas de código abierto que facilitan el acceso al desarrollo y la experimentación tecnológica. Dentro de este contexto, ROS (Robot Operating System) se ha posicionado como una herramienta fundamental a nivel mundial para la investigación, la docencia y la creación de sistemas robóticos. Con la llegada de ROS 2, el entorno evolucionó hacia una arquitectura más distribuida, segura y adaptable, adecuada para aplicaciones en sectores como la industria, la medicina y la academia.

El ROS Meetup organizado por el Capítulo RAS de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas congregó a investigadores y desarrolladores de distintas instituciones con el propósito de intercambiar conocimientos y mostrar avances relacionados con esta tecnología. Durante el evento, se presentaron proyectos enfocados en la integración de ROS con herramientas de uso médico (SlicerROS2), el control de robots humanoides mediante simulación (Gazebo con ROS 2 Control) y el diseño de plataformas didácticas para facilitar el aprendizaje de ROS (ROS Blocks).

Este ensayo examina, desde un enfoque técnico, los aportes expuestos en el evento, analizando su influencia en la evolución del software robótico y su importancia en la formación de futuros ingenieros.

1. ROS 2: una arquitectura orientada al futuro de la robótica

ROS 2 surge como una evolución necesaria frente a las limitaciones presentes en ROS 1, incorporando una base fundamentada en el middleware DDS (Data Distribution Service). Esta

tecnología permite establecer comunicaciones más robustas, seguras y escalables, aptas para sistemas con requerimientos de tiempo real. A diferencia de su versión previa, que dependía de un nodo maestro central, ROS 2 adopta un modelo completamente descentralizado, incrementando la confiabilidad y la interoperabilidad entre sistemas robóticos distribuidos.

Durante el Meetup, los distintos proyectos evidenciaron cómo ROS 2 actúa como un eje común que conecta aplicaciones muy diversas, desde soluciones para cirugía robótica hasta plataformas educativas. Su compatibilidad con lenguajes como Python y C++, así como la integración con herramientas como Gazebo, RViz y MoveIt, lo consolidan como un entorno completo para el desarrollo robótico.

Esta arquitectura modular favorece la construcción de sistemas híbridos en los que hardware real, simulación e inteligencia artificial interactúan de manera coherente. En este sentido, ROS 2 trasciende el concepto de software para convertirse en un ecosistema que estandariza la comunicación entre sensores, actuadores, sistemas de visión, simuladores y algoritmos de control.

2. Integración de 3D Slicer y ROS 2: robótica médica y precisión quirúrgica

La primera ponencia, presentada por Arvind Escumar (Johns Hopkins / NVIDIA), expuso una de las aplicaciones más avanzadas de ROS 2 en el ámbito médico: su integración con 3D Slicer, una plataforma de código abierto para el procesamiento de imágenes médicas. El proyecto SlicerROS2 permite utilizar ROS 2 como intermediario de comunicación entre sistemas quirúrgicos robóticos y modelos anatómicos generados a partir de imágenes médicas.

Desde el punto de vista técnico, esta integración ofrece beneficios clave:

1. Coordinación entre imágenes y movimientos: los nodos de ROS pueden gobernar el movimiento de los instrumentos quirúrgicos utilizando información anatómica en tres dimensiones.
2. Visualización dinámica: se posibilita la representación en tiempo real de la anatomía del

paciente junto con la ubicación exacta del robot.

3. Retroalimentación háptica: mediante el uso de controladores de fuerza, el cirujano recibe información táctil que aumenta la precisión y seguridad del procedimiento.

SlicerROS2 demuestra que ROS no se limita a entornos académicos, sino que puede convertirse en una herramienta confiable para aplicaciones clínicas asistidas por robótica e inteligencia artificial. Su enfoque de código abierto fomenta la colaboración comunitaria y acelera tanto la validación médica como el avance tecnológico.

3. Control de robots humanoides: estabilidad y sincronización con ROS 2 Control

La segunda exposición, realizada por el ingeniero Gabriel Díaz (ECOMEN / Universidad Javeriana), abordó uno de los problemas más complejos en robótica humanoide: lograr estabilidad en robots bípedos. A través de simulaciones en Gazebo, se evidenció que el control individual de cada articulación mediante controladores PID clásicos no garantiza un equilibrio estable.

ROS 2 introduce el framework `ros2_control`, el cual permite diseñar estrategias de control sincronizadas para múltiples grados de libertad. Esta estructura modular separa el control lógico de la simulación física, mejorando la precisión temporal y reduciendo errores asociados a la falta de sincronización.

El uso de interfaces de hardware virtual, plugins dinámicos y actualización en tiempo real permite generar movimientos más suaves y consistentes. Este avance supera las limitaciones de enfoques anteriores, donde la latencia y la ejecución asincrónica resultaban en comportamientos inestables.

Desde una perspectiva de ingeniería, este trabajo confirma que el control robótico moderno requiere una integración estrecha entre hardware, simulación y middleware, siendo ROS 2 el elemento central que coordina estos componentes. La estabilidad deja de depender únicamente de modelos matemáticos y pasa a ser el resultado de arquitecturas bien sincronizadas.

4. ROS Blocks: aprendizaje visual y democratización del desarrollo robótico

La tercera ponencia, presentada por Juan Andrés Ramírez (Universidad Javeriana), introdujo ROS Blocks, una plataforma educativa basada en programación visual por bloques. Inspirada en herramientas como Scratch y Blockly, su finalidad es facilitar el aprendizaje de ROS 2 a estudiantes sin conocimientos previos en programación.

Desde el punto de vista técnico, ROS Blocks opera en la nube utilizando contenedores serverless desplegados en AWS, lo que permite ejecutar entornos ROS 2 de manera inmediata. Esto elimina la necesidad de configuraciones complejas, uno de los principales obstáculos para los principiantes en robótica.

Cada bloque representa un componente de ROS, como nodos, tópicos, publicadores, suscriptores o servicios. Al combinarlos, la plataforma genera automáticamente el código en Python, el cual puede ser probado en simulación o exportado para su ejecución en hardware real.

Este enfoque facilita la comprensión conceptual antes de enfrentar aspectos técnicos avanzados. Evaluaciones realizadas con estudiantes indican que un 77% percibió el entorno como más intuitivo y pedagógico frente a los métodos tradicionales, evidenciando el impacto positivo de ROS Blocks en la formación académica.

5. Relevancia técnica y proyección de la comunidad ROS en Colombia

Más allá de las iniciativas individuales, el ROS Meetup puso de manifiesto el crecimiento de una comunidad técnica sólida en el país. La Universidad Distrital, en conjunto con IEEE RAS Colombia, impulsa espacios de divulgación y aprendizaje que fortalecen la investigación en áreas como automatización, robótica médica, control avanzado y educación tecnológica.

Desde un punto de vista técnico, los proyectos presentados reflejan tres tendencias globales:

- Integración entre software general y sistemas robóticos especializados, como en el caso de

SlicerROS2.

- Desarrollo de arquitecturas modulares y escalables para robots complejos mediante ROS 2 Control.
- Expansión del acceso educativo a través de plataformas visuales y basadas en la nube como ROS Blocks.

Estos avances trascienden el ámbito académico y aportan a la creación de soluciones aplicables en industria 4.0, telemedicina, automatización y enseñanza virtual de la ingeniería robótica.

Conclusión

El ROS Meetup demostró que el avance de la robótica moderna está estrechamente ligado al desarrollo de software abierto, modular y colaborativo. ROS 2 representa este nuevo enfoque, al ofrecer interoperabilidad, sincronización y flexibilidad como pilares fundamentales.

Las propuestas presentadas —SlicerROS2, ROS 2 Control y ROS Blocks— evidencian cómo una misma plataforma puede transformar áreas tan diversas como la medicina, el control robótico y la educación. La convergencia de estos campos impulsa una robótica más precisa, accesible y centrada en el ser humano.

Desde una perspectiva técnica, el evento confirma la existencia de una comunidad colombiana capacitada para desarrollar soluciones alineadas con estándares internacionales. El fortalecimiento de estos espacios académicos no solo potencia el aprendizaje, sino que establece bases sólidas para el crecimiento de la robótica inteligente en el siglo XXI.