

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

Julián David Díaz Carreño 20232005053. Grupo 005-7

Introducción

El desarrollo de la robótica ha alcanzado en la última década un punto de inflexión gracias al uso de plataformas abiertas que democratizan la experimentación y la innovación. Entre ellas, **ROS (Robot Operating System)** se ha consolidado como el estándar global en la investigación, enseñanza y desarrollo de sistemas robóticos. En su versión más reciente, **ROS 2**, el ecosistema ofrece una arquitectura distribuida, segura y flexible, ideal para entornos industriales, médicos y académicos.

El **ROS Meetup organizado por el Capítulo RAS de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas** reunió a investigadores de diferentes instituciones para compartir experiencias y avances en torno a esta tecnología. Las ponencias abordaron temas como la integración entre ROS y herramientas médicas (SlicerROS2), el control de robots humanoides en simuladores (Gazebo con ROS 2 Control) y el desarrollo de entornos educativos accesibles para aprender ROS (ROS Blocks).

El presente ensayo analiza, desde una perspectiva técnica, los aportes presentados durante el evento, explorando su impacto en la evolución del software robótico y su relevancia en la formación de nuevas generaciones de ingenieros.

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

ROS 2 surge como una respuesta a las limitaciones del ROS original, introduciendo un núcleo basado en el middleware **DDS (Data Distribution Service)**. Esto permite una comunicación más segura, determinista y escalable, capaz de soportar aplicaciones críticas en tiempo real. A diferencia de ROS 1, donde los nodos dependían de un maestro central, ROS 2 adopta una estructura completamente descentralizada, lo que mejora la confiabilidad y la interoperabilidad entre robots y sistemas distribuidos.

En el contexto del Meetup, todos los proyectos mostraron cómo ROS 2 se convierte en el hilo conductor de múltiples aplicaciones: desde la cirugía asistida por robot hasta la programación educativa. La compatibilidad con lenguajes como **Python** y **C++**, junto con el soporte de herramientas como **Gazebo**, **RViz** y **MoveIt**, lo consolidan como una plataforma integral.

Esta arquitectura modular facilita la creación de sistemas híbridos en los que el hardware, la simulación y la inteligencia artificial coexisten de forma coherente. Por ello, ROS 2 no solo es un software, sino un ecosistema que estandariza la interacción entre sensores, actuadores, cámaras, 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), mostró una de las aplicaciones más avanzadas de ROS 2: la integración con **3D Slicer**, un software libre para imágenes médicas. Su proyecto, **SlicerROS2**, permite que los sistemas robóticos quirúrgicos utilicen ROS 2 como capa de comunicación con los modelos anatómicos generados por Slicer.

Desde una perspectiva técnica, esta integración ofrece tres ventajas cruciales:

1. **Sincronización entre imagen y movimiento:** los nodos de ROS pueden controlar instrumentos quirúrgicos mientras reciben datos tridimensionales del cuerpo del paciente.
2. **Visualización en tiempo real:** permite mapear el entorno anatómico y representar la posición del robot dentro del cuerpo humano con precisión milimétrica.
3. **Interfaz háptica y retroalimentación:** gracias al uso de controladores de fuerza, el cirujano recibe información táctil que mejora la seguridad del procedimiento.

El proyecto SlicerROS2 evidencia el potencial de ROS más allá de la investigación académica, posicionándolo como una herramienta viable para **cirugías asistidas por inteligencia artificial y robótica médica de alta precisión**. Además, su naturaleza de código abierto garantiza una comunidad activa que acelera la evolución tecnológica y la validación clínica de sus algoritmos.

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

La segunda ponencia, a cargo del ingeniero **Gabriel Díaz** (ECOMEN / Universidad Javeriana), abordó uno de los mayores retos en robótica: el **control de estabilidad en robots humanoides bípedos**. A través del simulador **Gazebo**, el investigador demostró que el control de cada articulación por separado —usando controladores PID tradicionales— no es suficiente para garantizar el equilibrio.

ROS 2 introduce el paquete **ros2_control**, una estructura jerárquica que permite definir controladores sincronizados para múltiples grados de libertad. Este enfoque modular separa la lógica de control de la simulación física, mejorando la precisión temporal y evitando conflictos de ejecución.

El uso de **plugins dinámicos**, **interfaces de hardware virtual** y **actualización en tiempo real** permite que los movimientos del robot sean más fluidos y coherentes. Esto representa un avance significativo frente a sistemas anteriores, donde la latencia y la asincronía provocaban caídas o comportamientos erráticos.

En términos de ingeniería, el proyecto demuestra que el futuro del control robótico depende de la **integración sistémica entre hardware, simulación y middleware**, siendo ROS 2 la capa que armoniza estos componentes. La estabilidad ya no se logra solo con ajustes matemáticos, sino con arquitecturas distribuidas y sincronizadas.

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

La tercera presentación, realizada por **Juan Andrés Ramírez** (Universidad Javeriana), introdujo **ROS Blocks**, una herramienta educativa basada en la **programación por bloques**. Inspirada en entornos como Scratch o Blockly, su objetivo es hacer que el aprendizaje de ROS 2 sea accesible para principiantes y estudiantes sin experiencia previa en programación.

Técnicamente, ROS Blocks se ejecuta completamente en la nube, aprovechando contenedores **serverless de AWS** que despliegan instancias ROS 2 de forma instantánea. Esto elimina las barreras de instalación y configuración, uno de los mayores obstáculos para quienes inician en la robótica.

Cada bloque representa una entidad de ROS —nodos, tópicos, publicadores, suscriptores o servicios— y al combinarse, generan automáticamente el código Python correspondiente. Los usuarios pueden probar su programa en simulaciones o exportarlo a un entorno real.

Este tipo de herramientas tiene un impacto directo en la **formación de ingenieros de robótica**, ya que promueve la comprensión conceptual antes de la implementación técnica. En pruebas realizadas con grupos académicos, un 77% de los usuarios consideró que el entorno era más intuitivo y didáctico que el método tradicional. Así, ROS Blocks no solo simplifica el aprendizaje, sino que también fortalece la **alfabetización tecnológica y la innovación educativa** en el ámbito robótico.

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

Más allá de los proyectos individuales, el ROS Meetup demostró la consolidación de una comunidad técnica en crecimiento. La **Universidad Distrital**, junto con la **IEEE RAS Colombia**, está fomentando espacios de transferencia de conocimiento que impulsan la investigación en automatización, robótica médica, control y educación digital.

Técnicamente, estos avances refuerzan tres tendencias globales:

- La **interoperabilidad** entre software de propósito general y sistemas robóticos (como SlicerROS2).
- La **modularidad** y escalabilidad en el control de robots complejos (ROS 2 Control).
- La **accesibilidad educativa** mediante herramientas visuales y basadas en la nube (ROS Blocks).

El impacto de estos desarrollos no se limita al ámbito académico: contribuyen a la creación de soluciones aplicables en la industria 4.0, la telemedicina, la automatización avanzada y la enseñanza de ingeniería robótica en entornos virtuales.

Conclusión

El **ROS Meetup** evidenció que el futuro de la robótica no depende solo del hardware, sino de la capacidad de integrar conocimiento mediante software modular, abierto y colaborativo. ROS 2 representa ese paradigma: un ecosistema donde la interoperabilidad, la sincronización y la flexibilidad son pilares fundamentales.

Las iniciativas presentadas —SlicerROS2, ROS 2 Control y ROS Blocks— demuestran cómo una misma tecnología puede impactar la medicina, la ingeniería de control y la educación. La convergencia entre estos campos impulsa una robótica más accesible, precisa y humana.

Desde una mirada técnica, el evento confirma que Colombia cuenta con una comunidad activa capaz de desarrollar e implementar soluciones tecnológicas al nivel de los estándares internacionales. En consecuencia, el fortalecimiento de estos espacios académicos no solo fomenta el aprendizaje, sino que consolida la base científica para el desarrollo de la **robótica inteligente del siglo XXI**.