

ROSMeetup Bogotá 2025 - Robótica con ROS2 en Colombia
Ponencias

Universidad Distrital Francisco José Caldas
Facultad de Ingeniería, Ingeniería Electrónica

Programación Básica
Ingeniero Henry Borrero Guerrero

Saray Rodríguez Cifuentes
11 de Noviembre de 2025
Bogotá, Colombia

Introducción

El desarrollo tecnológico que ha tenido lugar en este último tiempo, se ha centrado entre otras cosas en, el avance de la robótica y la automatización, incluyendo entre estas mejoras para áreas como la medicina, educación y agricultura. En el panel ROSMeetup Bogotá 2025, se presentaron investigadores y profesionales que mostraron que la robótica puede ayudar a automatizar tareas de la vida cotidiana.

Por esto el avance de la robótica en el siglo XXI no es simplemente una evolución de la mecánica y la electrónica, sino una convergencia profunda de disciplinas como la informática, la inteligencia artificial, la biología y la medicina. Este fenómeno se ha visto acelerado por el desarrollo de marcos de trabajo estandarizados que permiten a investigadores y desarrolladores construir sobre una base común, evitando la reinvención constante de la rueda. Uno de estos marcos más influyentes es el Robot Operating System (ROS), y su evolución hacia ROS 2, que se ha consolidado como el estándar *de facto* para el desarrollo de software en robótica.

El ROSMeetup Bogotá 2025 sirvió como un vibrante testimonio de esta convergencia, reuniendo a investigadores, ingenieros y entusiastas para presentar avances que van desde la cirugía de precisión hasta la exploración autónoma. Este ensayo analiza las ponencias presentadas en el evento, explorando cómo la integración de plataformas, la superación de desafíos técnicos, la democratización del conocimiento y la inspiración en la biología están redefiniendo los límites de lo posible en robótica. A través de un examen de proyectos como SlicerROS2, el control de humanoides, los hexápodos, la automatización de entregas y los sistemas agrícolas, se revela un panorama tecnológico diverso pero unificado por un ecosistema común: ROS 2. Este análisis no solo destacará los logros técnicos, sino también las barreras persistentes y las filosofías emergentes que guían el futuro de esta disciplina.

Integración de Plataformas para una Medicina de Precisión: SlicerROS2

Una de las demostraciones más elocuentes del poder de la integración fue la ponencia de Aravind Sunil Kumar, "SlicerROS2: A Unified Platform for Real-Time Integration of 3D Slicer & ROS 2 in Medical Robotics". Este proyecto aborda uno de los campos más sensibles y complejos: la robótica médica. Tradicionalmente, existe una brecha entre las avanzadas plataformas de guiado por imágenes (IGT), como 3D Slicer, utilizadas para planificar y visualizar intervenciones, y los sistemas de control en tiempo real de los robots, para los cuales ROS 2 es ideal. SlicerROS2 busca cerrar esta brecha creando un entorno unificado.

La propuesta de Kumar permite a los cirujanos y desarrolladores aprovechar simultáneamente las capacidades de visualización 3D y procesamiento de imágenes médicas de 3D Slicer, junto con las capacidades de comunicación, control y percepción en tiempo real de ROS 2. Esto facilita, por ejemplo, que durante una

operación de rodilla, un robot pueda ser guiado con una precisión milimétrica basándose en imágenes médicas actualizadas en tiempo real, o que se pueda realizar un seguimiento continuo del estado de un paciente mediante la fusión de datos de sensores del robot y modelos anatómicos.

Este avance representa un salto cualitativo hacia una medicina más personalizada y menos invasiva. La robótica deja de ser un mero brazo ejecutor para convertirse en un aliado inteligente y conectado del profesional de la salud, capaz de traducir planificaciones virtuales complejas en acciones físicas precisas. SlicerROS2 no es solo una herramienta técnica; es un puente entre dos mundos que, al unirse, potencian significativamente las capacidades humanas en el quirófano.

La Simulación como Herramienta Esencial: Superando los Desafíos de la Robótica Humanoide

En un extremo opuesto en términos de morfología, pero igualmente desafiante, se encuentra la robótica humanoide. Gabriel Díaz, en su presentación “Desafíos del control de posición en robots humanoides simulados”, expuso la enorme complejidad inherente a estos sistemas. La morfología bípeda, la inestabilidad inherente al equilibrio y la necesidad de coordinar en tiempo real múltiples articulaciones independientes convierten al control de posición en un problema de altísima dificultad.

Frente a estos desafíos, Díaz resaltó la simulación como una herramienta indispensable. Desarrollar y probar algoritmos directamente en un robot humanoide físico conlleva riesgos de daños costosos y ofrece limitaciones en la medición de parámetros internos. Las simulaciones, en cambio, permiten un desarrollo más ágil, seguro y económico. El ponente comparó dos estrategias clave dentro del ecosistema ROS: el uso del plugin nativo de Gazebo, un simulador de dinámica multicuerpo, y la implementación de ROS 2 Control, un framework de control estandarizado para robots.

La presentación del caso del robot NAO fue ilustrativa: la elección entre diferentes controladores y estrategias de simulación tuvo un impacto directo y observable en la estabilidad y el desempeño del humanoide virtual. Esto subraya que la simulación no es meramente una réplica del mundo real, sino un campo de experimentación donde se pueden explorar, validar y refinar conceptos de control que serían impracticables o prohibitivos de otra manera. La ponencia de Díaz afirma que el camino hacia el robot humanoide funcional y accesible pasa inevitablemente por el perfeccionamiento de estos entornos virtuales.

Democratización del Aprendizaje y Locomoción Avanzada: De ROSBlocks al Hexápodo

Un obstáculo frecuente para el crecimiento de la robótica es su barrera de entrada técnica. Juan Manuel Ramírez Pachón abordó este problema de frente con “ROSBlocks: robótica generada con bloques”. Señaló que para construir un robot básico como el TurtleSim, se requiere dominar un ecosistema complejo que incluye Linux, Python, CMake y C++, lo que excluye a muchos potenciales interesados, especialmente jóvenes. Esta barrera, argumentó, ha contribuido al lento crecimiento proyectado de la robótica en Latinoamérica.

Inspirándose en la teoría del constructivismo y en plataformas como Scratch, ROSBlocks propone un entorno visual de programación por bloques para ROS 2. Al eliminar la sintaxis textual compleja, se busca fomentar la comprensión a través de la práctica, haciendo el aprendizaje de la robótica más intuitivo y accesible. Este proyecto no solo es técnico, sino también social, ya que pretende ampliar la base de futuros roboticistas en la región.

Paralelamente, otro proyecto demostró la aplicación de estos conocimientos avanzados en un problema de locomoción compleja: el hexápedo. Este robot, de seis patas, es ideal para la exploración en terrenos irregulares. El proyecto de tesis descrito consistió en desarrollar un modelo matemático y computacional del hexápedo. Partieron de un análisis de la marcha en seres vivos, determinando que una trayectoria parabólica para cada pata es óptima para un contacto suave y estable. Parámetros como `Straight` (longitud del paso) y `Height` (altura del paso) fueron cruciales para este diseño.

La validación se realizó en múltiples etapas: primero en MATLAB y Simulink con Simscape Multibody para el modelo dinámico, y luego en CoppeliaSim con ROS 2 para la simulación de la caminata. Se implementó una arquitectura multiagente para gestionar las instrucciones del usuario, la lectura de sensores y la cinemática inversa. Aunque se enfrentaron a retos de latencia y carga computacional, lograron rutinas básicas de locomoción, sentando las bases para la siguiente fase.

Hacia la Autonomía Integral: Visión, Manipulación y Automatización en Entornos Reales

La evolución natural del hexápedo fue su versión 2.0, enfocada en dotarlo de autonomía y visión. El objetivo era que el robot pudiera navegar en un entorno estructurado, seleccionar y clasificar elementos por color. Para ello, se abordaron las limitaciones anteriores: con 18 motores Dynamixel en serie, se requirió una distribución optimizada de la potencia y una nueva carcasa para albergar una cámara V380 y un nodo de visión independiente, distribuyendo así la carga computacional.

Uno de los aspectos más innovadores fue la incorporación de mecanismos de manipulación basados en robótica suave (*soft robotics*), utilizando materiales

como silicona TPU. Un gripper no convencional y pasivo, hecho de silicona, permitió un agarre adaptativo y seguro para manipular objetos. La navegación autónoma se mejoró con un algoritmo de seguimiento de trayectoria y una máquina de estados finitos que dictaba comportamientos como "girar X grados" o "avanzar Y centímetros".

La nueva arquitectura en ROS 2, visualizada con un diagrama RQT, demostró una madurez significativa. La distribución de nodos permitió una operación más descentralizada y robusta, y la capacidad de cambiar entre acciones y servicios sobre la marcha otorgó una flexibilidad operativa remota. El resultado fue un robot capaz de localizar un objeto, dirigirse hacia él, recogerlo y clasificarlo en un bucle continuo. La principal limitación restante fue la dependencia de un cable de alimentación, debido al alto consumo de los 18 motores, un reto de diseño para futuras iteraciones.

Este proyecto de hexápodo autónomo contrasta y a la vez se complementa con iniciativas de escala industrial, como la presentada por Robots.com en "Pushing the boundaries of robotics automation with cute robots". Esta empresa, con talento mayormente colombiano, desarrolla una flota de robots para automatización de entregas en entornos urbanos. Modelos como el R-Kiwi (transporte de carga) y el R-umiOne (humanoide para tareas) utilizan frameworks de mapeo y navegación en ROS para extraer características semánticas del entorno y moverse de forma autónoma en espacios complejos y estrechos. Su éxito, destacaron, no es solo técnico, sino que se basa en valores de perseverancia, disciplina y humildad para recibir y aplicar la crítica constructiva.

Aprendizaje por Refuerzo, Inspiración Biológica y Democratización del Conocimiento

La charla sobre machine learning aplicado a robótica, presentada por "Hugo", introdujo un paradigma fundamental para la autonomía: el aprendizaje por refuerzo. Frente a los métodos clásicos de aprendizaje supervisado y no supervisado, el aprendizaje por refuerzo otorga al robot una mayor capacidad adaptativa. Este método, basado en un sistema de recompensas y penalizaciones, permite que un agente (como un perro robot) aprenda mediante prueba y error a interactuar con su entorno. El proceso, aunque lento (llegó a requerir un mes de entrenamiento para una marcha estable), es poderoso porque el agente descubre por sí mismo estrategias óptimas que un programador podría no haber anticipado.

La utilización de ROS y URDF fue clave aquí. ROS permitió la comunicación modular entre sensores, actuadores y controladores, mientras que URDF posibilitó la creación de un modelo físico digital del robot. Esto permitió entrenar al agente en un entorno virtual acelerado y seguro usando el aprendizaje por refuerzo, para luego transferir el comportamiento aprendido al robot físico, una metodología que reduce enormemente el tiempo y el costo de desarrollo.

Esta conexión con sistemas complejos se profundizó en la ponencia "Del genoma al robot: lenguajes compartidos de sistemas vivos y artificiales". La idea central fue que el genoma actúa como el "código fuente" de los sistemas biológicos, y que estudiar estos principios de diseño puede inspirar soluciones robóticas más eficientes y robustas. La naturaleza, tras millones de años de evolución, ofrece soluciones optimizadas para problemas de locomoción, percepción y adaptación, cuyo "lenguaje" puede ser traducido al diseño de sistemas artificiales.

Finalmente, el proyecto ROSLine, un asistente de WhatsApp para robótica, representa otro frente en la democratización del conocimiento. Al utilizar una plataforma de comunicación omnipresente y familiar, busca reducir la curva de aprendizaje de ROS 2, permitiendo a usuarios novatos realizar consultas básicas y obtener asistencia en programación. Su objetivo es claro: eliminar barreras técnicas y fomentar una comunidad más amplia e inclusiva en Latinoamérica, que a su vez impulse el crecimiento del sector.

Conclusión: Un Ecosistema en Expansión

El ROSMeetup Bogotá 2025 pintó un panorama de una disciplina en plena efervescencia, donde la estandarización gracias a ROS 2 actúa como un catalizador para la innovación en direcciones muy diversas. Desde la precisión quirúrgica hasta la exploración en terrenos agrestes, desde la educación de las nuevas generaciones hasta la automatización de servicios urbanos, la robótica demuestra su potencial transformador.

Los temas recurrentes—la integración de plataformas heterogéneas, la simulación como campo de pruebas indispensable, la superación de desafíos de hardware y latencia, la aplicación de paradigmas de IA como el aprendizaje por refuerzo, la inspiración en la biología y, sobre todo, la imperiosa necesidad de democratizar el acceso al conocimiento—tejen una narrativa coherente. Indican que el futuro de la robótica no dependerá únicamente de avances tecnológicos aislados, sino de la capacidad de crear ecosistemas holísticos que sean técnicamente robustos, educativamente accesibles y éticamente conscientes. Los proyectos presentados, con sus logros y sus limitaciones, son faros que iluminan el camino hacia ese futuro, mostrando que la comunidad robótica latinoamericana está preparada para contribuir de manera significativa a esta revolución global.