

Creación del primer grupo universitario de competencias e investigación en robótica de UTEC: Urubots

André Luiz da Silva Kelbouscas^{1,2} · Nathalie Assunção Minuzi²
Ricardo Bedin Grando^{1,2} · Marion Agustina de Freitas Vidal¹



¹Ingeniería de Control y Automática, Universidad Tecnológica, Rivera, Uruguay; andrekelbouscas@utec.edu.uy, ricardo.grando@utec.edu.uy, marion.defreitas@estudiantes.utec.edu.uy

²Robótica e Inteligencia Artificial, Universidad Tecnológica, Rivera, Uruguay; nathalie.minuzi@utec.edu.uy

Resumen

El artículo presenta la creación del primer grupo universitario de competencias e investigación en robótica de la Universidad Tecnológica (UTEC), denominado Urubots. A partir de las experiencias de docentes extranjeros en competencias de robótica y de una posible inserción de Uruguay en competencias latino americana y mundial de robótica de la Robocup, se tiene la principal motivación para la creación del grupo. Son presentados el perfil de los integrantes del grupo, principales proyectos en desarrollo, sus reconocimientos hasta el momento y proyectos futuros.

Palabras clave

Urubots · Grupo de robótica e IA · Robótica para enseñanza e investigación.

Abstract

The article presents the creation of

the first university group of robotics skills and research at the Technological University (UTEC), called Urubots. Based on the experiences of foreign teachers in robotics competitions and a possible insertion of Uruguay in Latin American and global Robocup robotics competitions, there is the main motivation for the creation of the group. The profile of the group members, main projects in development, their recognitions so far and future projects are presented.

Keywords

Urubots · Robotics and AI team · Robotics for education and research.

1. Introducción

La introducción de la robótica en la sociedad ocurre de manera exponencial. El foro económico Mundial (2023) presenta que un punto clave en los cambios del futuro del trabajo en la sociedad es la au-

tomatización ya sea en nivel de hardware como en el software. En este sentido, se conoce el hecho de que los robots incrementan la velocidad y precisión de procesos industriales mientras lo realizan de forma más segura y con mayor calidad.

Teniendo esto en cuenta el escenario presentado, se intuye que los trabajadores deben insertarse en áreas más conceptuales e interpersonales. Según el informe del Foro Económico Mundial (2023) la automatización de los servicios apoyado en tecnologías como la robótica e Inteligencia Artificial generará un cambio profundo en los puestos de trabajo a nivel global. (Elife, 2023). Con el objetivo de apoyar a los estudiantes en su formación y que puedan desarrollar estas competencias para el mundo del trabajo el grupo de robótica Urubots de la Universidad Tecnológica (UTEC) fue creado en el año 2022, en el Instituto Tecnológico Regional Norte (ITRN), por los docentes Msc. André Kelbouscas e Msc. Ricardo Grando.

Con base en este contexto el grupo pretende introducir a estudiantes de la universidad a la robótica e inteligencia artificial, sirviendo como impulso para el desarrollo de actividades de investigación científica, desarrollo, extensión y la participación en competencias a nivel nacional, latinoamericano y mundial.

1.1 Revisión de Literatura

1.1.1 Robótica educativa

En contexto de la enseñanza y aprendizaje de la robótica es cada vez más difundido en las instituciones de educación a

nivel mundial. Con esta mirada se entiende que este tipo de actividad puede potenciar aspectos en los estudiantes como la creatividad y resolución de problemas complejos. En Uruguay, según Benavides et al (2013) ya se articulan prácticas como la de Butia Bots que trabajan el tema de la inserción de la robótica como una herramienta pedagógica donde se busca promover la construcción del conocimiento, apoyando que el estudiante salga de un concepto abstracto hacia un concreto.

Se destaca también que en el contexto uruguayo el tema de la robótica está profundamente relacionado con el Plan Ceibal, que promueve este tipo de propuestas educativas, como presenta Rivoir (2009).

De acuerdo con Pereiro (2015) la robótica es una posibilidad en el campo de la enseñanza pues permite interactuar con distintas áreas del conocimiento y la promoción de competencias como el trabajo en equipo, creatividad e interdisciplinariedad para la solución de problemas en el área de la robótica e IA.

1. Propuesta Metodológica

Con el objetivo de construir con los estudiantes las habilidades técnicas vinculadas al área de robótica e inteligencia artificial, se plantea la formación de UruBots basado en las experiencias que se están generando.

Este tipo de acción, dentro de una institución de enseñanza en nivel superior, busca incentivar la investigación, extensión y enseñanza de la comunidad académica. Los estudiantes integrantes del grupo Urubots pertenecen a distintas carreras de la universidad, realizando aportes según su área de

interés en el grupo desarrollando un proceso interdisciplinario.

Otro punto que se puede destacar es que el pertenecimiento al grupo provee a los estudiantes contactos con distintas carreras y áreas de desarrollo tecnológico, brindando experiencias de networking y oportunidades laborales alineadas con la propuesta de innovación y desarrollo en nivel nacional e internacional. Es importante destacar que estas relaciones que se establecen basadas en un interés común de los estudiantes puede impulsar la generación de futuras alianzas para el desarrollo.

En este sentido, como parte del proceso formativo se pretende que los estudiantes del grupo de robótica sean incentivados a participar de investigaciones científicas en conjunto con los docentes a cargo, teniendo como metas esenciales el descubrimiento y la innovación en las áreas tratadas. Algunas investigaciones ya se encuentran en desarrollo, siendo las más destacadas en el área de robótica móvil terrestre fue desarrollada con robots Turtlebots 3 Burger y con los robots de Small Size League, robots específicos para utilización en competencias.

Además, también hay proyectos en el área de robótica aérea, con un drone desarrollado totalmente en UTEC, en Robótica de Servicios, con manipulación, navegación, mapeo de hogares y en Robótica Asistencial, con desarrollo de tecnología embebida con enfoque en asistencia en terapias de rehabilitación motora.

El proceso de crear un grupo con tales objetivos empezó por la articulación entre docentes y estudiantes, basados en sus inquietudes y necesidades de profundización de la temática. De todos modos, se entendió

la necesidad de que para formalizar el grupo algunos puntos serían de extrema relevancia como por ejemplo, conocer el perfil de los participantes y pensar estrategias de desarrollo y temáticas de interés para que los estudiantes puedan seguir motivados.

Por esta razón, el grupo tuvo como uno de sus lineamientos, la realización de nivelación de conocimientos seleccionados como básicos para el trabajo en UruBots. Para sistematizar el ingreso de los participantes se ha decidido utilizar una metodología de formación permanente en formato de mini cursos, los cuales son dictados por un referente del tema.

Esa propuesta de formación continua, ocurren semanalmente, el cual tiene una duración aproximada de dos horas. Las formaciones, tienen un carácter teórico práctico, donde los estudiantes tienen la oportunidad de profundizar sus conocimientos en determinados temas. Así mismo, al culminar la instancia de taller grupal se dejan tareas relacionadas al mini curso de la semana, para el que deseen ampliar sus conocimientos sobre la temática dictada en el taller.

Como política de motivación para realizar los cursos, el grupo logró la certificación, como una estrategia de valoración al esfuerzo y tiempo de dedicación para las instancias. Así, es posible potenciar dentro del grupo una dinámica de formación y que le aporten créditos dentro de la institución (necesarios para egresar) a los integrantes del grupo.

El cronograma inicial consiste en 8 minicursos/talleres, los mismos son: Gestión de Proyectos, Python básico, Linux y ROS, Simulación de robots, Práctica con robots, Introducción al Deep Learning, Intro-

ducción a la Visión por Computador, Overleaf y Metodología Científica y Electrónica para Robótica. Además, los mismos tienen como objetivo orientar a los integrantes a su área de interés, si esta ya no estaba previamente definida.

Se tienen integrantes con formaciones en diversos bachilleratos. Entre ellos: ingeniería, informática, mecánica, entre otros. Hay integrantes que tienen trayectorias de competencias Ceibal con legos, los mismos también poseen conocimientos



Figura 1 - Estudiantes y docentes a cargo en el taller de entrenamiento para el grupo

2.1 Equipo

El equipo de UruBots se compone por al menos diez estudiantes de la UTEC, los cuales son alumnos de ICA (Ingeniería en Control y Automática), PRIA (Posgrado en Robótica e Inteligencia Artificial) e ILOG (Ingeniería en Logística). En la Figura 1, se muestran algunos estudiantes junto a los docentes en uno de los talleres organizados por el grupo.

en la plataforma de arduino y comunicación en red, que comparten sus experiencias y saberes con los demás integrantes del grupo.

Además se poseen integrantes con medallas en robótica, los cuales participaron de la FIRST LEGO League, la cual es una competencia de robótica de Ceibal, siendo la misma clasificatoria para otras competiciones.

La gestión del equipo está a cargo de dos docentes del Instituto Tecnológico

co Regional Norte de Utec: uno es docente adjunto de robótica del PRIA, ingeniero en computación (Universidad Federal de Santa María) con una maestría en ingeniería de computación (Universidad Federal de Río Grande), MSc. Ricardo Grando y otro que es docente encargado de programación de la ICA y también docente del PRIA, ingeniero en automatización (Universidad Federal de Río Grande) y máster en ingeniería de computación (Universidad Federal de Río Grande), MSc. André Kelbouscas.

2.2.1 Turtlebots 3

El primer robot adquirido por el laboratorio de robótica fue el Turtlebot 3 Burger, se muestra en la Figura 2, el cual es un robot educativo utilizado mayoritariamente

para la didáctica. El mismo fue adaptado para realizar un proyecto de investigación con inteligencia artificial, donde fue utilizado la técnica de IA de aprendizaje por refuerzo, esta técnica es muy utilizada para control de robots, en especial robots móviles. Se configuró la computadora para entrenar las redes neuronales, se creó un ambiente de simulación, se entrenaron los robots en la simulación y se configuraron los turtlebots para que funcionara en un ambiente real. Al crear el escenario se realizó el *sim-to-real* (simulación para real) donde se probaron las nuevas abordajes de Inteligencia Artificial

El primer proyecto se realizó de enero a marzo de 2022; se envió un artículo sobre el mismo a la Conferencia Internacional de Robótica y Sistema Ope-



Figura 2 - ERobots Turtlebots Burger

racional de Robots (IROS 2022), la cual es la segunda mayor conferencia de robótica del mundo. En julio se plantea realizar avances con estos robots, teniendo en vista realizar nuevos tests con nuevos abordajes de IA.

En esta investigación han estado utilizando técnicas de Deep Reinforcement Learning (Deep-RL) para presentar soluciones novedosas con un rendimiento mejorado. Algunos ejemplos se pueden encontrar en la propia ingeniería, en tareas relacionadas con control y sistemas discretos, en sistemas continuos e incluye robótica. Particularmente en este último, Deep-RL se aplicó primero en tareas relacionadas con la manipulación con escenarios estables y observables y se mejoró aún más en este contexto. Sin embargo, para los robots no estacionarios, como los robots móviles terrestres, el problema se vuelve más complejo debido a la interacción con los obstáculos del entorno físico.

En general, se desarrollan nuevas técnicas de Deep-RL centradas en la discretización de las acciones del agente para superar este problema, simplificando el problema. Trabajos recientes han logrado buenos resultados en la exploración de enfoques basados en este tipo de técnicas para realizar la navegación sin mapa de muchos tipos de robots móviles. Actualmente, los enfoques de Deep-RL distribuidos demuestran buenas alternativas al problema del consumo de tiempo cuando se realiza el entrenamiento de agentes en entornos simulados limitados.

2.2.2 Robots *Small Size League Soccer* (SSL)

El segundo proyecto está direccionado para el área de fútbol de robots y robótica móvil, involucrando Diseño Asistido por Computadora (CAD), montaje de robots, electrónica, computación, visión computacional e IA. El grupo trabaja en el desarrollo de 10 robots para participar en la categoría de la Robocup: Small Size Soccer League (SSL). Esta categoría, SSL, tiene reglas y limitaciones para el desarrollo de robots, como por ejemplo, los robots deben tener un máximo de 180 mm de diámetro y 150 mm de altura. Hasta el final de 2022, se desarrollaron diez robots por el grupo UruBots para lograr realizar una competencia local a finales de 2022 en UTEC. Este proyecto fue apoyado por la embajada de Estados Unidos, la cual brindó 20 mil dólares. El monto fue utilizado para compras de insumos para los robots (motores, drivers, baterías, cables, tarjetas) y brindar becas de iniciación científica.

Se trabajó en la construcción del robot, principalmente en tres divisiones: la parte electrónica (comunicación entre tarjetas y control de motores), la actualización del CAD (se adaptó un CAD desarrollado por la Universidade Federal do Rio Grande (FURG) de Brasil, universidad colaboradora en el proyecto), y en el entorno de simulación de la competencia. En la Figura 3 se presenta el robot de SSL desarrollado por FURG.

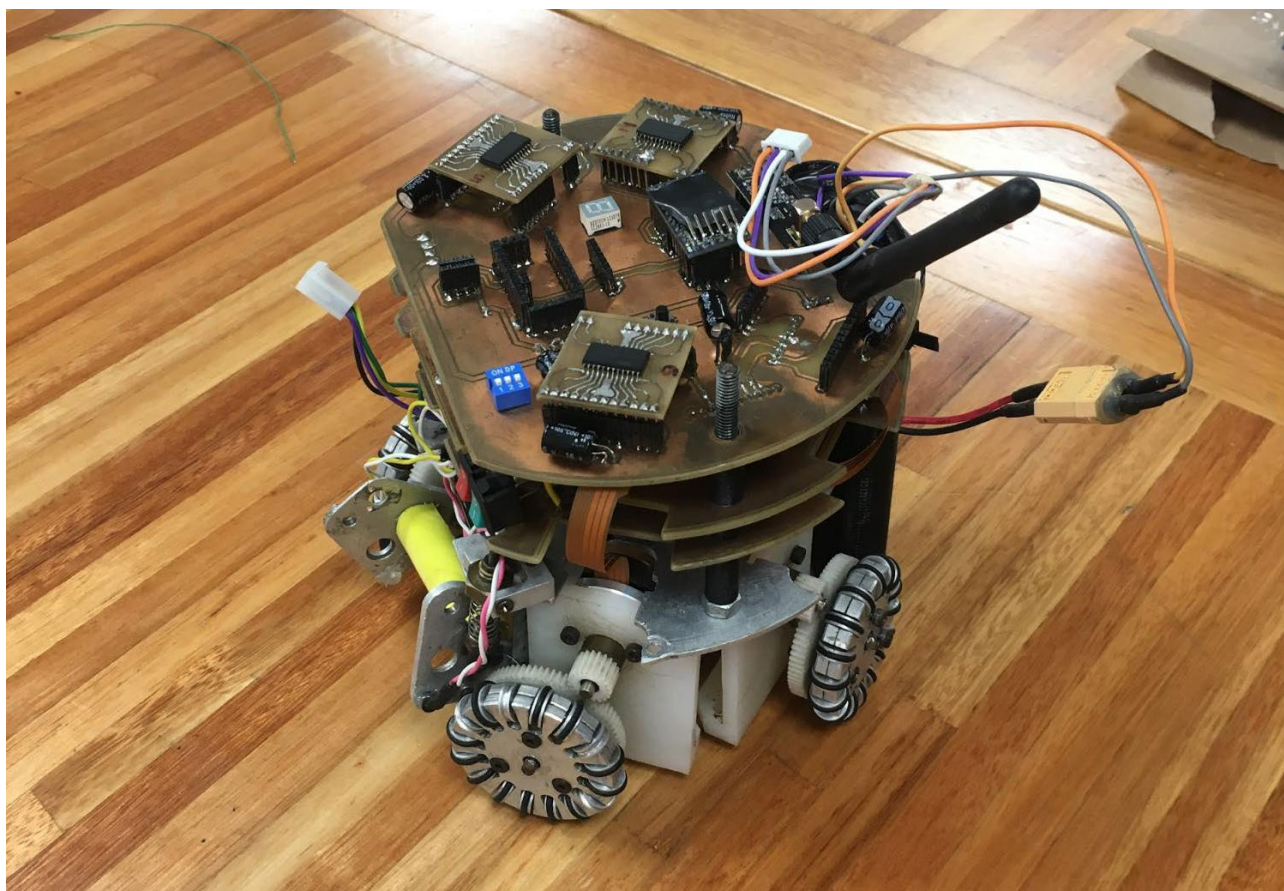


Figura 3 - Robot SSL de FURG que sirvió de modelo para el desarrollo del Robot SSL de Urubots

2.2.3 Uteco

Este robot fue una compra específica para investigación por parte del Posgrado en Robótica e Inteligencia Artificial (PRIA) y tiene como principal objetivo la investigación en el área de interacción humano-robot (HRI). Bautizado de Uteco, el robot es de tipo humanoide y tiene posibilidades de movimientos y de conversaciones a partir de sensores (cámaras, sensores táctiles, micrófonos) y actuadores (motores y parlantes).

Una de las principales directrices de

investigación que se pretende, es dar al robot es trabajar con una base de datos donde Uteco tenga la capacidad de recordar sus antiguas conversaciones con una persona al reencontrarla en un futuro y a su vez proponer nuevas preguntas e interacciones. En la Figura 4, se muestra el robot NAO en una demostración de funcionamiento.

El Uteco es un robot estándar el cual tiene su propia competencia en la Robocup, es una competencia de fútbol de robots humanoides del tipo NAO (modelo desarrollado por la empresa Softbank de Japón), y



Figura 4 - Robot Uteco

es nuestro primer robot en esta categoría de competencia. En el futuro se busca la adquisición de más NAOs para el desarrollo de la equipe de fútbol humanoide.

2.2.4 Sistema Auxiliar de Rehabilitación Motora - Reausys

La integración entre humanos y máquinas robóticas en un sistema ofrece la oportunidad de tecnología de asistencia que puede tener aplicaciones en el área biomédica. El sistema robótico puede contribuir, asegurando mayor potencia, precisión y velocidad en los movimientos, si se integra con un paciente en rehabilitación. Los sistemas que utilizan cables para conexiones entre sensores y microcontrola-

dores no son cómodos para que el paciente realice su terapia. También restringen las posibilidades de terapias a realizar, al limitar el movimiento de las extremidades por la longitud y disposición de los cables, además de poder enredarse.

Los sistemas de rehabilitación con componentes inalámbricos tienen la ventaja de la libertad de movimiento y permiten una fácil adaptación para la inserción de nuevos dispositivos en la red de sensores. Algunos trabajos e investigaciones en el campo de la medicina utilizan módulos ESP8266, Zigbee, ESP32 o Bluetooth para la comunicación entre dispositivos. Entre las posibilidades de esta comunicación, existen ventajas y desventajas, tales como: costo, velocidad de transmisión, integridad

de datos y eficiencia energética, ya que estos sistemas son alimentados por batería. Son muchos los trabajos que utilizan la tecnología Wi-Fi para la transmisión de datos en el estándar 802.11 (2,4 GHz).

Reausys es un sistema que consiste en una serie de dispositivos distribuidos y embarcados, donde los cuales tienen como objetivo principal monitorear la capacidad motora de una persona y así auxiliar en terapias de rehabilitación motora. Es parte de la maestría de uno de los docentes a cargo del grupo de robótica, Msc. André Kelbouscas.

La principal directriz del proyecto es el low cost (bajo costo de desarrollo), ya que dispositivos comerciales en la temática tienen un gran costo. Con este proyecto, se busca que pequeñas y medianas empresas de salud (como fisioterapias y locales específicos de rehabilitación) puedan acceder a equipos inteligentes para ayuda en el proceso. La diferencia de los equipos comerciales y de otras universidades cuando se los com-

para con Reausys, es que en Reausys se está desarrollando dispositivos que trabajan con un protocolo de comunicación que aún no se utiliza para este fin. Llamado de espnow, este es propiedad de la fabricante de circuitos integrados espressif que solo funciona con tarjetas específicas esp8266. Se tiene para este desarrollo un dispositivo con un microcontrolador Wemos D1 mini y se tiene acoplado en una IMU (unidad de medición inercial) MPU9265 para captar el movimiento, además también una pantalla OLED para mostrar informaciones acerca del dispositivo (cantidad de batería del dispositivo, si logró hacer las conexiones necesarias, entre otras funcionalidades). Se desarrolló un modelo 3D de un prototipo para hacer pruebas. Una vez finalizada la parte de prototipado final, se desarrollará un software para hacer la parte de configuración y personalización de terapias basadas en juegos con estos dispositivos. En la Figura 5, se presenta el primer modelado de la tecnología asistencial en desarrollo.

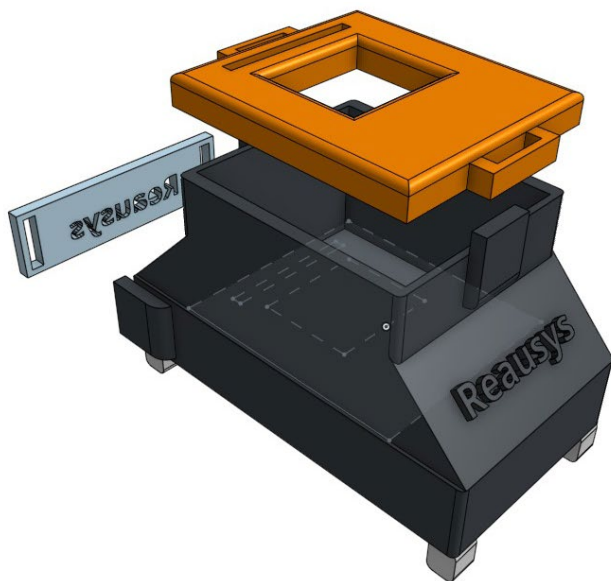


Figura 5 - Reausys: primera versión del modelado 3d para impresión aditiva.

2.2.5 Vehículos Aéreos no Tripulados (UAVs)

La maestría del otro docente a cargo del grupo, Msc. Ricardo Grando, fue acerca de la temática de drones, donde los docentes del grupo han ganado competencias con los mismos. La maestría fue realizada casi en su totalidad en simulación, por lo cual el grupo ahora desea continuar ese trabajo con un drone real. La idea principal de este proyecto es hacer el sim-to-real (a partir de la simulación hacer las pruebas en un entorno real y hacer la comparación de los resultados y desempeños) para el drone.

En los últimos años, el uso de vehículos aéreos no tripulados (UAV) se ha vuelto cada vez más popular en tareas de algunos campos como la industria, la investigación y el ejército. Los avances en tecnologías relacionadas con la impresión 3D, la detección, el procesamiento integrado y la eficiencia y miniaturización de la batería permitieron un desarrollo más amplio de vehículos aéreos más pequeños y eficientes.

La mayoría de los vehículos aéreos no tripulados comerciales están diseñados para operar en entornos al aire libre con su sistema de software fuertemente equipado y dependen de la retroalimentación precisa de los datos del GPS, ya sea para encontrar y mantener la posición actual correcta del vehículo o para navegar a un nuevo punto de referencia deseado. Sin embargo, la cantidad de vehículos aéreos no tripulados con la capacidad de navegar en ambientes interiores es bastante pequeña, principalmente debido a la alta dependen-

cia del GPS, que no es confiable o no está disponible en escenarios de este tipo.

Existen algunos escenarios en los que la señal GPS está restringida y el funcionamiento de UAV autónomos puede ser útil, como por ejemplo escenarios con grandes estructuras metálicas, electromagnetismo, entre otros. Los UAV en estas tareas a menudo son empleados manualmente por un operador humano externo que, en la mayoría de los casos, se basa únicamente en una transmisión basada en un sistema de video para controlar el vehículo y navegar a través de los objetivos del vuelo. Además del hecho de que es difícil para un operador humano lograr la conciencia necesaria para realizar dichas tareas, una falla en la comunicación con el vehículo para recibir datos de imágenes y enviar comandos puede resultar en pérdida de datos, navegación imprecisa e incluso accidentes. Por lo tanto, estos temas son abordados por los investigadores sobre el desarrollo de un UAV hoy en día.

Con todo ese contexto, inicialmente, el grupo logró un préstamo de dos drones de la carrera de Ingeniería en Logística de UTEC Norte. Después del aprendizaje con estos vehículos, se concluyó que ellos no tienen capacidad para levantar el peso mínimo necesario para las pruebas. De esta forma, se decidió construir un drone propio para investigación. La impresión 3D del frame fue hecha, los insumos y materiales para su construcción fueron comprados. Actualmente, este vehículo está en el proceso de armado para que pueda realizar su primer vuelo. En la Figura 6, se presenta el desarrollo de los prototipos de los frames de los drones.



Figura 6 - Prototipo del drone en desarrollo por Urubots

Se incluirá en el mismo una placa lidar con sensores de distancia, para poder tener la capacidad de no chocar con ningún obstáculo y así lograr la validación

de los tests de simulación, en la Figura 7 se muestra este desarrollo. Será construido un escenario para la realización de las pruebas.

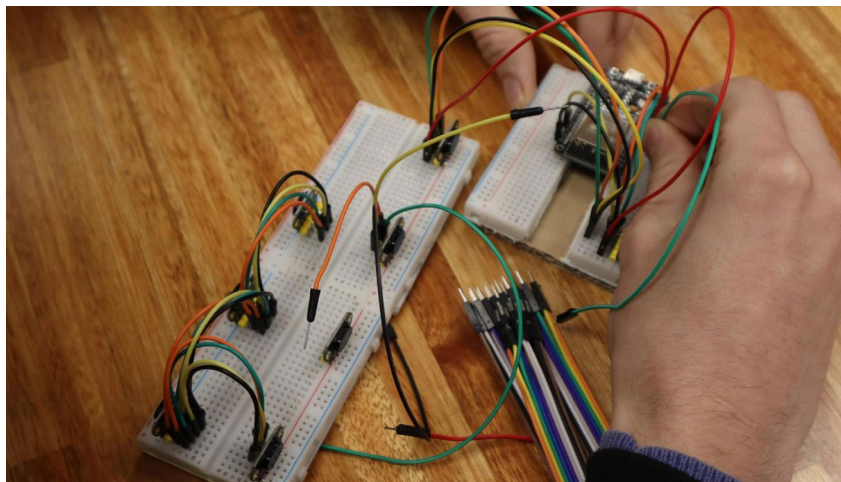


Figura 7 - Prototipado del sistema de detección de distancia del drone con sensores *lidar*

3. Resultados preliminares

Fue escrito un artículo sobre el proyecto Turtlebot 3 para IROS, Conferencia Internacional de Sistema Operacional de Robot. Además, el grupo ya tiene un artículo aceptado en el Journal of Robotics and Intelligent Systems (JINT) en la parte del proyecto el UAV. Asimismo, en ese mismo proyecto de UAV el grupo ha logrado un artículo en parceria con FURG y Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) de Brasil en la Conferencia Internacional de Robots y Sistemas Inteligentes - IROS. Ambos JINT y IROS son considerados los segundos mejores Journals y Conferencia en el área de Robótica en el mundo, teniendo así en vista la posibilidad de participaciones en congresos de altísima calidad.

Además, se logró el apoyo externo de veinte mil dólares de la embajada de EE.UU. en Uruguay para proyectos con robótica e inteligencia artificial. De modo general, por el momento se tienen más de 30 miembros activos en el grupo de robótica, estando más de 10 de estos involucrados en los proyectos del grupo.

En el año de 2022 y 2023, algunos trabajos del grupo ganaron mención honorífica en la Feria Binacional de Tecnología - FEBITEC. En el año de 2022, dos proyectos de drone ganaron el segundo y tercer lugar del Hackaton de Drones: Big Bang!. En el año de 2023, el grupo fue a competir en la FIRA 2023, en Alemania, una de las más destacadas competencias de robótica para jóvenes, en la categoría Mission Impossible United obtuvieron el 1er puesto general. Esta competencia tenía más de 40 países participantes.

4. Proyectos futuros

Como proyectos futuros, se aspira a la participación en diversas competencias en el escopo local, latino americano y mundial. En especial, el grupo pretende adentrarse en competencias de Robótica de desarrollo terrestre: Very Small Size Soccer League , a nivel Latinoamericano; Small Size Soccer League (Weitzenfeld, 2015), tanto a nivel Latinoamericano como a nivel mundial; competencias ofrecidas por Robocup (Kitano, 1997), proyecto internacional creado en 1997 para promover, a través de competencias integradas por robots autónomos, la investigación y educación sobre inteligencia artificial. Para la Robótica de desarrollo aéreo, se busca participar de la Brazil Open Flying Robot League, además de hacer investigación con multiagentes. Por último, en un futuro se pretende participar en una categoría de desarrollo avanzado, como por ejemplo la categoría @home Servicios Domésticos (Wisspeintner, 2009).

5. Conclusiones

Este artículo presentó la creación del grupo de robótica del ITRN de UTEC Urubots, así como los proyectos en desarrollo y principales logros. También fue presentado el perfil de ingreso de los estudiantes al grupo, sus aspiraciones y proyectos futuros.

El grupo de robótica ha despertado gran interés de colaboración tanto en la Universidad Tecnológica como en otras instituciones de la región, como la Universidad del Trabajo del Uruguay y el Instituto Federal Sul Rio Grandense de Santana do Livramento - Brasil. Siendo así uno de los principales



Figura 8 - Visitas al laboratorio de Robótica e Inteligência Artificial del ITRN de UTEC, donde se encuentra UruBots

atractivos de los diversos tours que se realizan para estudiantes de secundaria en UTEC, como se muestra en la Figura 8.

Los integrantes de UruBots están conformes con los resultados que se han obtenido durante esta primera instancia y es de común acuerdo el avance colectivo en cuanto a conocimientos sobre robótica, electrónica e IA. Siendo resultados de los talleres realizados semanalmente en conjunto con el apoyo de los encargados a la hora de ampliar los conocimientos de cada integrante del grupo, así como la participación en ferias, talleres y competencias de robótica nacionales e internacionales.

Objetivos de Desarrollo Sostenible vinculados al artículo



Referencias

Elife, K., & Baki, A. E. (2023). New Technologies and Labor Market: A Look into the Future of Jobs and Employment. 14(2), 194-208.

Weitzenfeld, A., Biswas, J., Akar, M., & Sukvichai, K. (2015). Robocup small-size league: Past, present and future. In RoboCup 2014: Robot World Cup XVIII 18 (pp. 611-623). Springer International Publishing.

Kitano, H., Asada, M., Kuniyoshi, Y., Noda, I., Osawa, E., & Matsubara, H. (1997). RoboCup: A challenge problem for AI. AI magazine, 18(1), 73-73.

Wisspeintner, T., Van Der Zant, T., Iocchi, L., & Schiffer, S. (2009). RoboCup@ Home: Scientific competition and benchmarking for domestic service robots. Interaction Studies, 10(3), 392-426.

BENAVIDES, Facundo, OTEGUI, Ximena, AGUIRRE, Andrés ANDRADE, Federico. ROBÓTICA EDUCATIVA EN URUGUAY: DE LA MANO DEL ROBOT BUTIÁ. Disponible en: <https://digital.fundacionceibal.edu.uy/jspui/handle/123456789/116>. Acceso en: 12 dic. 2023.

Rivoir, A. L. (2009). Innovación para la inclusión digital. El Plan Ceibal en Uruguay.
PEREIRO, Emiliano. Papert en Uruguay. Una mirada al construccionismo del programa LabTeD de Plan Ceibal en Educación Media. Disponible en: <https://digital.fundacionceibal.edu.uy/jspui/handle/123456789/216>. Acceso en 12, dic. 2023.

