

Resumen

El presente trabajo describe el diseño e implementación de un robot educativo, denominado AstroBot, que incorpora realidad aumentada e inteligencia artificial para apoyar el aprendizaje de temas relacionados con la ciencia y el espacio en niños. El desarrollo surge como una alternativa para complementar los recursos didácticos actuales mediante una herramienta basada en el enfoque STEM, capaz de combinar la interacción física del robot con contenidos digitales que favorecen la participación y el interés durante el aprendizaje. La estructura mecánica se fabricó mediante impresión 3D en PETG, acorde a la norma NTE INEN-EN 71-1 que indica superficies redondeadas y sin puntos de corte; el análisis por elementos finitos determinó un factor de seguridad superior a 15 en el eje de los brazos y de 2,27 en el acople de las ruedas bajo condiciones dinámicas. El control se realiza con una Raspberry Pi 5 que gestiona por I2C el módulo PCA9685 para los servomotores MG996R de los brazos y dos módulos BTS7960 para los motores DC JGB37-520 de locomoción; la alimentación proviene de una batería LiFePO4 de 12V-15Ah, con autonomía de 3,83 h en uso continuo y 1,52 h con todos los actuadores simultáneos. En software se integró un asistente de IA híbrido con Gemini 2.5 Flash-Lite, Llama 3.3 70B y Piper TTS, un módulo de RA con librerías como OpenCV y MediaPipe. Las pruebas registraron 84 % de éxito en motores DC, 89,33 % en servomotores y 88 % en identificación de RA; la IA alcanzó un 83 % de efectividad en precisión de transcripción y calidad de respuesta. La evaluación técnica de docentes de Mecánica y Mecatrónica se obtuvo 4,86/5, y la validación pedagógica de docentes de Educación Inicial 4,96/5. El costo de fabricación de \$824,00 USD resulta competitivo frente a robots comerciales similares en el rango de \$900-\$1000 USD, con procesamiento local y sin depender de servidores externos. Se concluye que AstroBot integra sus sistemas mecánicos, electrónico y de software en una plataforma segura e interactiva, útil como apoyo para la enseñanza de la astronomía.

Palabras clave: robótica, astronomía, educación, inmersivo, interacción.

Abstract

This paper describes the design and implementation of an educational robot, called AstroBot, that incorporates augmented reality and artificial intelligence to support children's learning of topics related to science and space. The project was developed as an alternative to complement current teaching resources through a tool based on the STEM approach, capable of combining physical interaction with the robot and digital content that fosters engagement and interest during the learning process. The mechanical structure was manufactured through 3D printing in PETG, in accordance with the NTE INEN-EN 71-1 standard, which requires rounded surfaces and the absence of cutting points; the finite element analysis determined a safety factor greater than 15 for the arm shaft and of 2.27 for the wheel coupling under dynamic conditions. Control is carried out through a Raspberry Pi 5, which manages, via I2C, the PCA9685 module for the MG996R servomotors of the arms and two BTS7960 modules for the JGB37-520 DC motors of the locomotion system; power is supplied by a 12V-15Ah LiFePO4 battery, providing 3.83 h of autonomy under continuous use and 1.52 h with all actuators operating simultaneously. On the software side, a hybrid AI assistant was integrated using Gemini 2.5 Flash-Lite, Llama 3.3 70B, and Piper TTS, along with an AR module built with libraries such as OpenCV and MediaPipe. Testing recorded an 84% success rate for the DC motors, 89.33% for the servomotors, and 88% for AR identification; the AI reached 83% effectiveness in transcription accuracy and response quality. The technical evaluation by Mechanical and Mechatronics faculty scored 4.86/5, while the pedagogical validation by Early Childhood Education faculty reached 4.96/5. The manufacturing cost of \$824.00 USD is competitive against similar commercial robots in the \$900-\$1,000 USD range, while running on local processing without relying on external servers. It is concluded that AstroBot successfully integrates its mechanical, electronic, and software systems into a safe and interactive platform, serving as a useful tool to support the teaching of astronomy.

Keywords: robotics, astronomy, education, immersive, interaction.