



RECIBIDO EL 27 DE OCTUBRE DE 2018 - ACEPTADO EL 28 DE ENERO DE 2019

ROBOT HUMANOIDE CONTROLADO POR SENSORES IMU Y ÓPTICOS EN EL CONTEXTO DE LAS NUEVAS TECNOLOGÍAS EN LA EDUCACIÓN

HUMANOID ROBOT CONTROLLED BY IMU AND OPTIC SENSORS IN THE CONTEXT OF NEW TECHNOLOGIES IN EDUCATION

Oscar Guaypatin Pico¹,
Brayan Ismael Borja Benítez²,
Manuel William Villa Quishpe³,
Ángel Polivio Roldán Daquilema⁴,
Grace Thalía Tapia Villegas⁵
UTC, Ecuador

¹ oscar.guaypatin@utc.edu.ec

Ing. Electrónico, Magister en Matemáticas, docente Universitario en calculo I, calculo II, robótica, Inteligencia Artificial, electrónica digital. <https://orcid.org/0000-0003-4208-7573>

² brayan.borja6663@utc.edu.ec

Estudiante de los últimos ciclos de la carrera de Ing. en Sistemas. Publicaciones en Revista Boletín redipe: Reconocimiento facial de imágenes, Una aproximación a la aplicación de las Tics en la Didáctica de la matemática, entre otras. <https://orcid.org/0000-0002-7502-4205>.

³ manuel.villa@utc.edu.ec

Ing. en sistemas, Magister en Redes, docente Universitario en Redes, sistemas de comunicación, sistemas distribuidos, seguridad informática. <https://orcid.org/0000-0003-1684-944X>

⁴ angel.roldan5151@utc.edu.ec

Estudiante de los últimos ciclos de la carrera de Ing. en Sistemas. Publicaciones en Revista Boletín redipe: Reconocimiento facial de imágenes, Una aproximación a la aplicación de las Tics en la Didáctica de la matemática, entre otras. <https://orcid.org/0000-0001-5689-4646>

⁵ grace.tapia9887@utc.edu.ec

Estudiante de los últimos ciclos de la carrera de Ing. en Sistemas. Publicaciones en Revista Boletín redipe: Reconocimiento facial de imágenes, Una aproximación a la aplicación de las Tics en la Didáctica de la matemática, entre otras. <https://orcid.org/0000-0002-3887-4542>



RESUMEN

En la Investigación se presenta el desarrollo y realización del robot bípedo humanoide controlado por Arduino Uno, que conforma un área de investigación para el contexto de las nuevas tecnologías en la educación que es de gran crecimiento en los últimos años. El diseño que se presenta tiene la capacidad de moverse y caminar como un humano de forma repetitiva; se compone de 16 servo motores modelo (SG90) con 16 grados de libertad, de los cuales 8 servo motores corresponden a cada una de las piernas, 2 a la cadera y otros 6 están en cada uno de los brazos. Para dar los movimientos se ha implementado un patrón programado en el Arduino uno: También se realizó en el diseño del robot la capacidad de imitar los movimientos del ser humano, utilizando los sensores IMU (Unidad de Modulo Inercial) y ópticos, realizando una comunicación serial en cada una de las articulaciones del robot bípedo humanoide, siendo aptos para manejarse en nuestro entorno de educación. Por contar con características similares a las de los seres humanos, el objetivo principal es mejorar el aprendizaje de las personas con capacidades especiales y motivar a los estudiantes a realizar prototipos robóticos bípedos más aptos para el medio, por sus capacidades en cuanto a locomoción, en este caso las personas pueden adaptarse más fácilmente a la interacción con el robot, por ser más semejantes al ser humano.

PALABRAS CLAVE: Sensor IMU, Sensor Óptico, robot humanoide (bípedo), acelerómetro, giroscopio.

ABSTRACT

The research presents the development and realization of the humanoid biped robot controlled by Arduino Uno, which forms an area of research for the context of new technologies in education that has been growing rapidly in recent years. The design presented has the ability to move

and walk like a human repetitively, consists of 16 servo motors model (SG90) which consists of 16 degrees of freedom of which 8 servo motors correspond to each of the legs, 2 servo motors correspond to the hip and another 6 servo motors are in each of the arms, to give the movements a programmed pattern has been implemented in the Arduino one, also performed in the design of the robot, the ability to mimic the movements of the human being, using the IMU (Inertial Module Unit) and optical sensors making a serial communication in each one of the articulations of the humanoid biped robot, which are apt to be handled in our education environment. For having characteristics similar to those of human beings, the main objective we want with this design is to improve learning and motivate students to make the prototypes of bipedal robots more suitable for the environment for their abilities in terms of locomotion, in this case people can adapt more easily to the interaction with the robot, because they are more similar to the human being.

KEYWORDS: IMU Sensor, Optical Sensor, humanoid robot (biped), accelerometer, gyroscope.

1. INTRODUCCIÓN

En los últimos años se ha podido constatar que la robótica ha empezado a dejar de pertenecer al mundo de la industria si no que ya está en la vida cotidiana de las personas, como mascotas, robots de limpieza, entre otros, así también un gran número de grupos y empresas alrededor del mundo están construyendo robots humanoides como Honda con su prototipo Asimo, la empresa Sony con QRIO, estos prototipos no están a la venta por su costo que es muy elevado, por lo tanto, muchas universidades crean sus propios prototipos de robots, pero por su alto costo solo realizan un prototipo con kits de bajo costo. En los últimos años existen muchas universidades que se dedican a la investigación y la innovación en la robótica. En la Universidad Técnica de Cotopaxi hemos planteado la investigación



para realizar un prototipo del robot humanoide controlado por sensores IMU y Ópticos infrarrojos que nos permitirá el desarrollo de la investigación en la Universidad.

1.1 ROBOT HUMANOIDE

Completamente antropomorfo, esto es ambas partes, superior e inferior, constituidas de cadenas cinemáticas de movilidad similar a la humana. Esto implica cuatro cadenas espaciales del tipo SR-S con 7 grados de libertad. Además, un torso del tipo 3R (3 grados de libertad) que permita orientación en las tres direcciones posibles. [1]

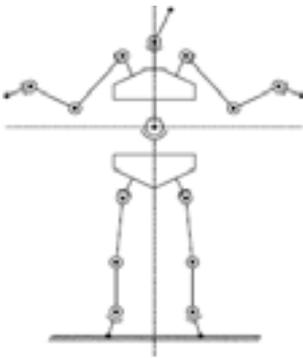


Figura 1: Robot Humanoide

Dicho robot humanoide se puede dividir en cuatro cuadrantes, dos para la parte superior y lo restante para la parte inferior. Se debe incluir el mecanismo orientador de la cabeza y la liga de los cuatro cuadrantes, la zona torácica pélvica abdominal. [1]

1.1.1. MÓDULO ARDUINO UNO

Arduino Uno es un tablero de micro controlador basado en el ATmega328P. Tiene 14 pines de entrada/salida digital (de los cuales 6 pueden usarse como salidas PWM), 6 entradas analógicas, un cristal de cuarzo de 16 MHz, una conexión USB, un conector de alimentación, un encabezado ICPS y un botón de reinicio. [2]

Lo siguiente es una lista que conforma el tablero de Arduino uno:

- Micro controlador ATmega328P.
- Voltaje operativo 5v.
- Voltaje de entrada (recomendada) 7-12 V.
- Voltaje de entrada (limite) 6-20 V.
- Pines de E / S digitales 14 (de los cuales 6 proporcionan una salida PWM).

1.2 MONTAJE DEL ROBOT HUMANOIDE

Para el montaje del robot humanoide se necesita utilizar componentes y aparatos sofisticados. Los elevados costos se deben al tipo de material, miniaturizado y especializado que se emplea en la fabricación de estos robots parecidos a los humanos. En la actualidad, en el mercado se pueden encontrar diferentes kits, lo que facilita a que puedan ser armados.

El kit utilizado en este trabajo cuenta con los siguientes componentes:

- 17 servomotores digitales SG90. A la hora de llevar los movimientos a la práctica se opta en la mayoría de los casos, por servos, que son pequeños motores muy precisos capaces de mantener su posición con una fuerza relativamente grande.
- 2 placas de control RCB-1. Cada una de estas placas cuenta con un procesador PIC16F873A con memoria de 128k. Hay que conectar estas placas para que los dos PIC funcionen como uno solo. Una de las funciones que realiza la placa RCB-1 consiste en la recuperación instantánea de la posición de los motores.
- 1 RS-232 cable serie, para enviar los datos del PC al robot, o viceversa.
- 1 batería de NiCd 600 mAh, con la que se va a alimentar al robot.



- Más de 100 piezas (tornillos, arandelas, cables, etc.)

Para controlar tal cantidad de servomotores y conseguir un verdadero humanoide, se hace imprescindible la utilización de uno o varios micro controladores, que se transforman en el verdadero cerebro del sistema.

1.3 UNIDAD DE MEDICIÓN INERCIAL (IMU)

Hoy en día, el uso de las IMUs ha sido popularizado en infinidad de aplicaciones, tales como teléfonos celulares o tablets. En el campo de la investigación han sido utilizadas para la medición de movimiento corporal. Se han desarrollado aplicaciones que van desde asistencia a personas discapacitadas, hasta tele operación de diversos tipos de robots. [3]

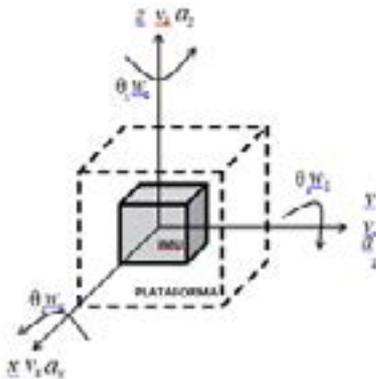


Figura 2: Diagrama de Coordenadas del Sensor Unidad de Medición Inercial

1.3.1 GIROSCOPIO

Es un sensor de medida inercial que permite calcular la velocidad de rotación sobre su propio eje. Utiliza principios vibratorios y ópticos. [3]

1.3.2 ACELERÓMETRO

Es un sensor que permite medir el valor de la aceleración de traslaciones en cada uno de los ejes, utilizando como referencia a la aceleración de la gravedad. Su principio de funcionamiento se basa en un muelle que, al ser sometido a

fuerzas debido a la gravedad, ejerce una fuerza de tensión sobre el eje.

1.4 SENSOR ÓPTICO INFRARROJO

Es un sensor que, basa su funcionamiento en la reflexión de la luz, es decir puede emitir y percibir rayos infrarrojos y responder eléctricamente de acuerdo a la cantidad de luz que es reflejada.

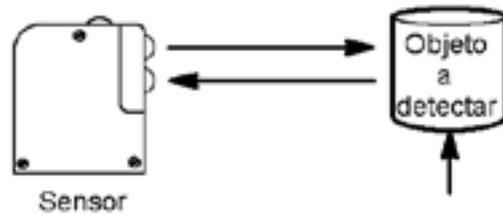


Figura 3: Representación gráfica del funcionamiento del sensor óptico infrarrojo.

1.5 ANÁLISIS DEL MOVIMIENTO DE EXTREMIIDADES

En la presente investigación se debe analizar el movimiento y orientación del brazo y piernas. Como primer punto, se analiza el movimiento en la muñeca de la mano y del hombro como del brazo, posteriormente se analiza el movimiento del talón del pie, de la rodilla, de la pierna y la cadera para poder analizar el movimiento y plasmar en el robot.

1.5.1 MOVIMIENTO DE LOS BRAZOS

Anatómicamente, se pueden encontrar los siguientes movimientos. El denominado movimiento de flexión de las falanges, donde las articulaciones, interfalángica proximales (IFP) e interfalángica distales (IFD). [4]

El movimiento de flexión y extensión de la mano, donde la muñeca se mueve en el sentido de la palma o el dorso de la mano.



Figura 4: Movimiento de flexión y movimiento de extensión de la mano.

El movimiento de supinación y pronación del brazo. En el primer caso la mano gira en su propio eje de izquierda a derecha, mientras que en el segundo lo hace de derecha a izquierda, lo que hace que el hombro se mueva conjuntamente con la mano. [4]

2. METODOLOGÍA

Para el desarrollo de la investigación se siguieron una serie de etapas y se obtuvieron en consideración un conjunto de aspectos que se describen a continuación.

Se realizó una investigación tomando en cuenta los siguientes principios:

- La metodología cuantitativa aporta a la realización del proyecto, debido a que hay varias técnicas que nos permiten obtener datos reales y mediante esto tabular la información recopilada. Lo que facilitara la realización del proyecto del Robot Humanoide controlado por sensores IMU y Ópticos.
- Mediante la metodología experimental podremos realizar varias pruebas del prototipo y de esta manera controlar los procesos fallidos en cada uno de los procesos realizados. Con el uso de esta metodología también podemos seccionar las funcionalidades del proyecto, así experimentar de mejor manera cada una de ellas y solventar los errores producidos en cada prueba.

Para el desarrollo de la investigación se utilizó el software Arduino:

Es una plataforma de electrónica abierta para la creación de prototipos basada en software y hardware libre, flexible y fácil de usar. [6]

3. RESULTADOS

Mediante la aplicación de una encuesta dirigida a los estudiantes con capacidades especiales de la Universidad Técnica de Cotopaxi obtuvimos la siguiente información, la cual aporta datos reales, lo que facilita la ejecución de esta investigación, ya que el mayor porcentaje de este tipo de estudiantes no conocían acerca de los prototipos de robots humanoides.

Se presenta a continuación los datos recopilados:

¿Está de acuerdo que en las instituciones educativas deberían fomentar el estudio de la robótica?

ALTERNATIVAS	RESPUESTAS	PORCENTAJE
SI	40	80%
NO	10	20%
TOTAL	50	100%

Elaborado por: Oscar Guaypatín (2019)

Fuente: Encuestas

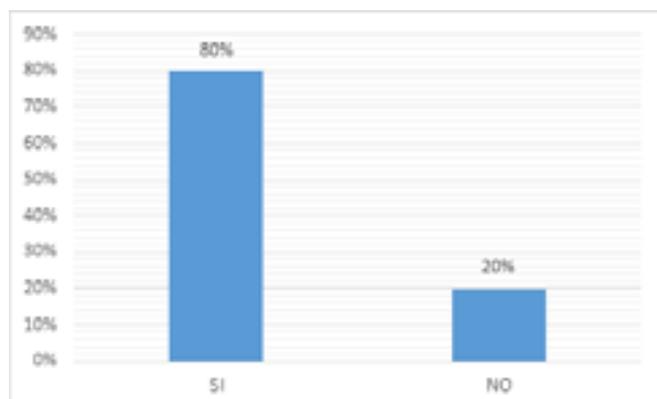


Figura 5

Elaborado por: Oscar Guaypatin Pico

Fuente: Encuestas



¿A escuchado hablar de robots humanoides y su aplicación en las personas con capacidades especiales?

ALTERNATIVAS	RESPUESTAS	PORCENTAJE
SI	20	40%
NO	30	60%
TOTAL	50	100%

Elaborado por: Oscar Guaypatín (2019)

Fuente: Encuestas

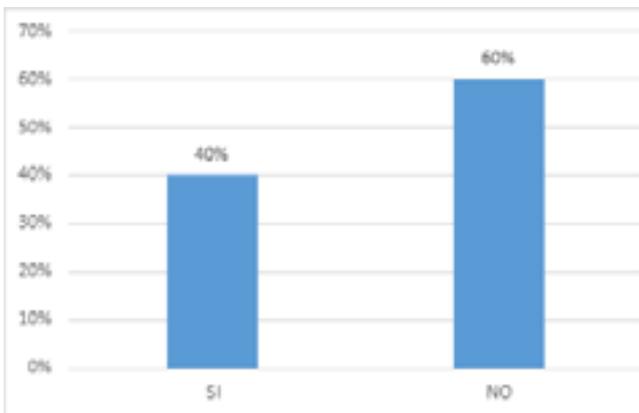


Figura 6

Elaborado por: Oscar Guaypatin Pico

Fuente: Encuestas

¿Considera que la aplicación de robots humanoides a los estudiantes con capacidades especiales ayudara a, mejorar su movimiento motriz?

ALTERNATIVAS	RESPUESTAS	PORCENTAJE
SI	35	70%
NO	15	30%
TOTAL	50	100%

Elaborado por: Oscar Guaypatin (2019)

Fuente: Encuestas

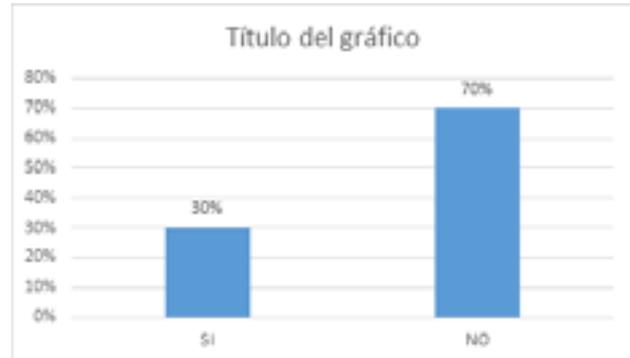


Figura 7

Elaborado por: Oscar Guaypatin Pico

Fuente: Encuestas

¿Considera que el desarrollo de la robótica en el ámbito educativo ayudara a mejorar el aprendizaje en los estudiantes con capacidades especiales?

ALTERNATIVAS	RESPUESTAS	PORCENTAJE
SI	40	80%
NO	10	20%
TOTAL	50	100%

Elaborado por: Oscar Guaypatin (2019)

Fuente: Encuestas

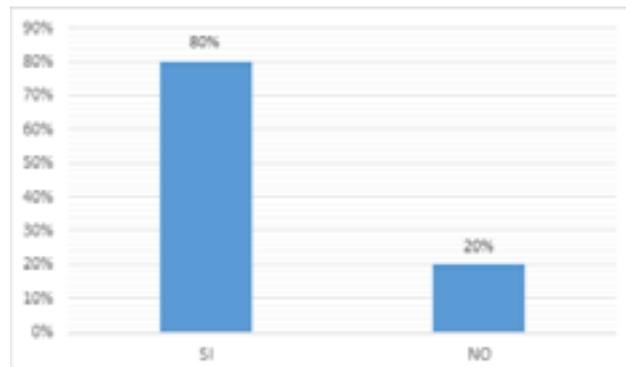


Figura 8

Elaborado por: Oscar Guaypatin Pico

Fuente: Encuestas

Tras llevar todo el montaje del robot humanoide e implementar los sensores IMU y ópticos se ha obtenido los primeros movimientos del robot, los cuales se muestran a continuación.

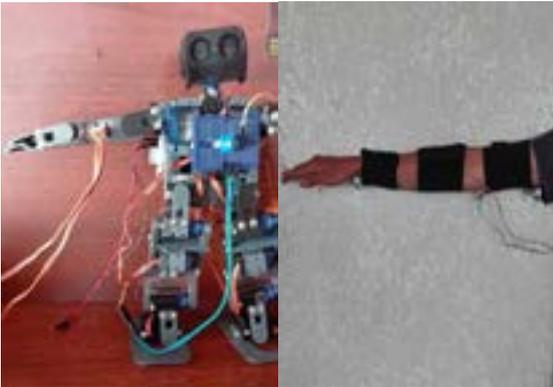


Figura 9: Secuencia de movimientos del brazo del robot humanoide.



Figura 10: Secuencia de movimientos de la muñeca del robot humanoide.

4. DISCUSIÓN

El presente diseño del robot bípedo humanoide, tiene la finalidad de impulsar la investigación de la robótica en la Universidad Técnica de Cotopaxi que debe ser un eje fundamental en la educación, pues servirá de mucha ayuda para aquellos estudiantes que tienen problemas motrices, el cual permitirá dar un movimiento más rápido a aquellas partes del cuerpo humano donde existen inconvenientes de motricidad.

Este robot ha venido a mejorar la autoestima de los estudiantes con capacidades especiales pues está brindando una ayuda eficaz a los problemas que estas personas presentan el momento de querer realizar cualquier acción en sus estudios, pues ayuda a realizar movimientos muy reales, en tiempo y espacio.

5. CONCLUSIONES

- El proyecto es factible en el ámbito de la educación y tecnología ya que ayuda a desarrollar nuevos conocimientos en los estudiantes.
- Es positivo la interacción de la tecnología y la robótica en el proceso de aprendizaje recreativo en los estudiantes pues ha permitido proporcionar una ayuda eficaz a aquellas personas que presentan diferentes problemas de movilidad de sus extremidades.
- Con la aplicación de un sensor IMU y ÓPTICO es posible realizar tele control de dispositivos robóticos de tipo antropomórfico de forma eficiente y en tiempo real lo cual facilita y simplifica la interfaz de operación.

6. LITERATURA CITADA

[1]	R. J. Moreno, «Control de Movimiento de un Robot Humanoide por medio de Visión de Máquina y Réplica de Motion Control of a Humanoid Robot Through Machine Vision and Human Motion Replica,» <i>Inge Cuc</i> , vol. 9, nº 2, p. 8, 2013.
[2]	A. Kurniawan, <i>Arduino Uno A Hands-on Guide for Beginner</i> , Depok: Makara Journal of Health Research, 2015.
[3]	D. Pozo, N. Sotomayor y J. y. M. L. Rosero, «Medición de Ángulos de Inclinación por Medio de Fusión Sensorial Aplicando Filtro de Kalman,» <i>Revista EPN</i> , vol. 1, nº 1, p. 11, 2014.
[5]	J. Santillano Cázares, Á. López-López, I. Ortiz Monasterio y W. Raun, «Uso de sensores ópticos para la fertilización de trigo (<i>Triticum aestivum</i> L.),» <i>Terra Latinoamericana</i> , vol. 31, nº 2, p. 9, 2013.



[6]	P. Vadakkepat, «A Proposal of Autonomous Robotic Systems Educative Environment,» <i>Communications in Computer and Information Science</i> , vol. 44 CCIS, nº May 2014, p. 9, 2009.
-----	---