

Acercamiento a la robótica: Robot humanoide

Giovanni Xavier Ortiz Morales, José Ney Garrido Vázquez, Alejandro Hernández Cadena,
José Ángel Jesús Magaña, José Manuel Gómez Zea, Dulce María León de la O

Tecnológico Nacional de México Campus Villahermosa, Cd. Industrial, Centro Tabasco, CP: 86010.

Resumen

La robótica es la rama de la tecnología que estudia todos los aspectos involucrados en la construcción y operación de los robots. La palabra "robot" tiene un origen antiguo: proviene de las palabras checas "robota" que significa labor o trabajo y de "robotnik" que quiere decir trabajador. El presente artículo pretende motivar el interés sobre esta rama tecnológica y un acercamiento sobre el **robot humanoide**.

Abstract

Robotics is the branch of technology that studies all the aspects involved in the construction and operation of robots. The word "robot" has an ancient origin: it comes from the Czech words "robota" which means labor or work and from "robotnik" which means worker. This article aims to motivate interest in this branch of technology and an approach to the **humanoid robot**.

Palabras claves: robótica, tecnología, robot, humanoide.

Key words: robotics, technology, robot, humanoid.

INTRODUCCIÓN

Desde la revolución industrial los seres humanos empezaron el desarrollo de máquinas complejas para facilitar los trabajos arduos, difíciles y peligrosos. Sus primeros usos fueron en tareas que requerían esfuerzo físico y mucho tiempo para completarse. La industria de la construcción, la manipulación de objetos de gran tamaño y la milicia son algunos ejemplos de estas primeras aplicaciones. Estas máquinas requieren de personas con habilidad para operarlas, con experiencia adquirida a través de los años.

Conforme la demanda de servicios y productos crecía, otras áreas productivas necesitaron de máquinas dentro de los procesos de fabricación para aumentar la rapidez y la precisión; como, por ejemplo, la industria automotriz y aeronáutica. Con la llegada del transistor, a finales de la década de los cuarenta, se desarrollaron dispositivos electrónicos capaces de procesar información más rápido que las personas. Estos dispositivos, que ahora conocemos como computadoras, marcaron un parteaguas en la forma de realizar los procesos. Surgen así, las industrias basadas en la ciencia y comienza la era tecnológica moderna. La sustitución del operador de las máquinas por un programa de computadora permitió la automatización parcial o completa de la producción, logrando aumentar la oferta de productos y bajar sus costos; características como rapidez, precisión y eficacia se volvieron imprescindibles en los procesos industriales. Las computadoras trajeron consigo ventajas importantes a la industria, de las cuales podemos mencionar dos de sumo interés: La abstracción del control de las máquinas a través de programas de computadora y la asistencia durante el desarrollo de mejores prototipos; promoviendo avances en el procesamiento de la información, en el desarrollo de dispositivos electrónicos y de artefactos mecánicos. Todos estos avances han llevado naturalmente al surgimiento de nuevas ramas en la investigación tecnológica, como la robótica.

La robótica es la rama de la tecnología que estudia todos los aspectos involucrados en la construcción y operación de los robots. La palabra "robot" tiene un origen antiguo: proviene de las palabras checas "robota"

que significa labor o trabajo y de “robotnik” que quiere decir trabajador. Este término fue empleado por el escritor Karel Capek (1890 - 1938) en su obra de teatro “Rossum’s Universal Robot”. [1]

La historia de los robots se remonta a las primeras civilizaciones que construyeron máquinas para realizar movimientos de manera autónoma, semejantes a los de un ser vivo. Los griegos las denominaron *automatos*, término del que proviene la palabra autómatas: máquina que imita la figura y movimientos de un ser animado. Ejemplos de antiguos autómatas son los mecanismos de Herón de Alejandría (85 d.C.) que eran movidos por poleas y palancas, y los sistemas dispensadores de agua de la cultura árabe construidos para la realeza (siglos VIII a XV).

La robótica aplicada a la medicina es uno de los principales implicados en la mejora radical de la salud y recuperación de pacientes. Primero, los robots que realizan cirugías con pequeñas incisiones; un robot fino acompañado de cámaras que puede acceder a lugares del cuerpo sin tener que abrir toda el área que antes era necesaria para que el cirujano pudiese operar manejando los instrumentos con sus manos, además del campo visual. [2]

La precisión en estas operaciones es sorprendente. La incisión es mínima, lo que adelanta considerablemente la recuperación del paciente. También encontramos robots en farmacias, conectados mediante diferentes vías al cuerpo del paciente impedido; administran las dosis exactas de diferentes medicamentos. Además, las prótesis bioeléctricas son muy relevantes en pacientes amputados. La prótesis reproduce los movimientos de la extremidad. Es destacable en estas prótesis que la señal eléctrica inicial parte del cerebro, los músculos envían mensajes a los sensores de las prótesis y el sistema electrónico reproduce los movimientos. Las más novedosas utilizan los nervios que quedan en el muñón del paciente, de tal forma que la prótesis se mueve con el mismo pensamiento que teníamos antes de la amputación cuando queríamos mover la extremidad. [3]

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el inicio de la creación de los robots «*se denomina como robot, aquel dispositivo funcional reprogramable, capaz de mover material, piezas, herramientas o dispositivos especializados mediante movimientos variables programados, con el fin de realizar tareas diversas.*» [4] Se les denominaron también manipuladores, pero con el pasar del tiempo se ha logrado entender la diferencia entre estos términos, un manipulador es un dispositivo capaz de realizar acciones indicadas por un operador, pero necesariamente se requiere ejecutar operaciones desde un mando a distancia que es controlado por un ser humano para que el dispositivo las ejecute; es decir, no tiene la capacidad de ser autónomo.

Entonces podemos decir que los robots es aquel dispositivo capaz de realizar ciertas operaciones reprogramables de manera autónoma brindando muy pocas e incluso ninguna indicación desde un mando. [5]

DEFINICIÓN DE UN ROBOT HUMANOIDE

Un robot humanoide es un dispositivo diseñado con la idea de simular la forma y movimientos de un ser humano en la mayoría de sus características, Un torso, dos extremidades superiores y dos extremidades inferiores.

Un robot humanoide puede tener fines funcionales, como la interacción con herramientas, entornos humanos y fines experimentales. En general, los robots humanoides tienen extremidades tales como un torso, una cabeza, dos brazos y dos piernas, aunque algunas formas de los robots humanoides pueden modelar solo una parte del cuerpo. Algunos robots humanoides pueden tener cabezas diseñadas para replicar los rasgos faciales humanas, como los ojos y la boca. Los robots humanoides son usados como herramientas en muchas áreas como las investigaciones científicas.

Se denomina **grado de libertad (GDL)** a cada una de las coordenadas independientes que son necesarias para describir el estado del sistema mecánico del robot (posición y orientación en el espacio de sus elementos). EN cadenas cinemáticas abiertas, cada par eslabón-articulación tiene un solo grado de libertad, ya sea de rotación o de traslación. Pero una articulación podría tener dos o más (GDL). Que operan sobre ejes que se cortan entre sí. Las cuales nos permitirán el moviendo de la estructura del robot humanoide.[5]

ROBOTS HUMANOIDES DE TAMAÑO REAL

Los robots de servicio están cambiando la vida de las personas y, sin lugar a dudas, los robots humanoides ofrecen un enorme potencial de beneficios a la sociedad. Más allá del aspecto tecnológico y científico en estos robots, yace la importancia de su construcción. Sus ventajas impulsan las investigaciones para desarrollar mejores prototipos, y así, incrementar la competitividad en robótica de los países productores. Se cree que la robótica de servicio, en especial los robots humanoides, beneficiaría particularmente a los sectores de salud, de seguridad pública y de educación.

En el sector salud, por ejemplo, los robots humanoides son idóneos para asistir a personas de la tercera edad para su cuidado, así como ayudar a personas con diferentes discapacidades. La seguridad pública es un punto primordial en las políticas de los países en general: un robot de servicio puede patrullar ciertas zonas de una ciudad y alertar sobre situaciones sospechosas y/o peligrosas. En educación, la construcción de robots humanoides promovería e impulsaría el interés hacia la robótica, formando especialistas en el área tanto en la academia como en la industria. [6]

La robótica es un área multidisciplinaria, por lo que el desarrollo de robots humanoides se beneficia gracias a los avances en computación, electrónica y mecánica. Es por ello que las investigaciones y resultados que se obtengan en robótica humanoide, pueden aprovecharse en otras áreas tecnológicas, p. ej., los avances en la interacción humano-robot pueden emplearse a problemas de toma de decisiones en procesos industriales, los resultados en visión robótica pueden aplicarse a sistemas de seguridad o a aplicaciones médicas. En nuestro país, desde hace varios años se ha realizado investigación en robótica; sin embargo, aún falta trabajo adicional para lograr una competitividad internacional en robots de servicio. Las proyecciones del mercado mundial son de crecimiento exponencial para la robótica, lo que abre oportunidades y un nicho de crecimiento para México

Actualmente existen muchos tipos de robots humanoides por ello su clasificación podría ser con base en su tamaño: robots de tamaño real de 100 a 170 cm, medianos de 50 a 100 cm, y robots humanoides pequeños, de entre 10 a 50 cm. Así, basados en este aspecto, presentamos a los robots humanoides más representativos.

ROBOT ASIMO

El robot ASIMO de la compañía japonesa Honda es uno de los ejemplos más completos en robots humanoides bípedos hoy en día. ASIMO: *Advanced Step in Innovative Mobility* (Paso Avanzado en Movilidad Innovadora) fue concluido el 20 de noviembre del año 2000. La versión más reciente mide 130 cm y pesa 54 kg. Está provisto de 34 GDL distribuidos de la siguiente manera: 3 en la cabeza, 7 en cada brazo, 2 en cada mano, 1 en la cadera y 6 en cada pierna. ASIMO implementa la Tecnología llamada i-WALK: Intelligent Real-Time Flexible Walking (Caminado Flexible e Inteligente en Tiempo Real), que le permite girar cuando camina sin pausas en su movimiento. Usando la información de sus sensores, ASIMO navega en su ambiente evitando obstáculos y reconociendo su posición. Es capaz de ubicar una fuente de sonido y reconocer algunas palabras; por ejemplo, cuando alguien lo llama, voltea hacia donde escucha su nombre.

ASIMO posee también una gran capacidad de interacción con las personas gracias a su Tecnología de reconocimiento visual. Es capaz de interpretar los movimientos de una persona e interactuar con esta. Puede reconocer los rostros de 10 personas diferentes y asociarlas con su nombre. Corre a una velocidad de 6 km/h en línea recta y a 5 km/h de manera circular. [7]

ROBOT HUBO

La construcción del robot HUBO (Figura 1a) fue llevada a cabo por el KAIST (Korea Advanced Institute of Science and Technology, Instituto Avanzado de Ciencia y Tecnología de Korea). Este robot es la continuación de los trabajos realizados en robótica humanoide en este instituto. HUBO tiene como predecesores al robot KHR-1 y KHR-2, además de su análogo Albert HUBO (en honor a Albert Einstein, un robot humanoide con características similares a HUBO, pero con la peculiaridad de que su rostro es una recreación del rostro del famoso científico). HUBO cuenta con 41 GDL.

En la cabeza, 4 en cada brazo, 7 en cada mano, 1 en el cuerpo y 6 en cada pierna. Mide 125 cm y pesa 55 kg. Para realizar el cómputo, este robot cuenta con un sistema PC empotrado con un procesador Intel Pentium III a 933 MHz. El robot utiliza un sistema operativo Microsoft Windows XP con extensión para tiempo real. En la cabeza se encuentran 2 cámaras CCD para el sistema de visión, cuenta con sensores de fuerza en los tobillos y en las muñecas, además de acelerómetros en las plantas de los pies y sensores inerciales en el torso.[8]

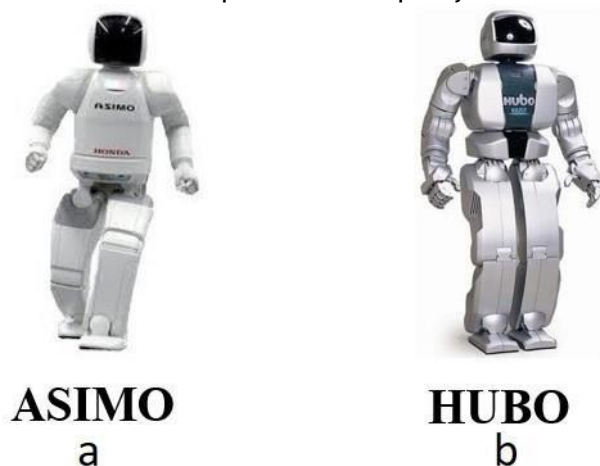


Figura 1. Robots humanoides de HONDA

ROBOT REEM-B

Considerado uno de los robots humanoides más fuertes, el robot REEM-B (Figura 2a) fue construido por la compañía Pal Technology Robotics con sede en España, y tiene como predecesor al robot REEM-A. Puede cargar hasta 12 kg con sus brazos, mide 147 cm de altura y pesa 60 kg. Cuenta con 40 GDL: 6 en cada pierna, 5 en cada brazo, 2 en la cadera, 3 en la cabeza, 2 en una mano tipo pinza y 11 en la otra mano de forma humana. Puede caminar a una velocidad de 1.5 km/h y tiene una autonomía de energía de 120 minutos.

El procesamiento de información se realiza con un sistema de 2 computadoras. La primera, basada en un procesador AMD Geode a 500 MHz, se encarga del control del robot. La segunda está basada en un procesador Intel Core 2 Dúo con a 1.66 GHz y realiza las funciones multimedia, como por ejemplo las rutinas de visión artificial. Este robot es capaz de reconocer rostros, subir escaleras y sentarse. También reconoce diferentes objetos y puede generar un mapa del ambiente donde navega. [10]

ROBOT HRP-3 - PROMET MK-II

La empresa japonesa KAWADA ha realizado diferentes robots humanoides durante los últimos años y el robot HRP-3 Promet Mk-II es su versión más reciente. Tiene como antecesor a los robots HRP-1 y HRP-2, así como un prototipo experimental, el HRP-3. Su estructura mecánica fue elaborada para prevenir la penetración de polvo u otras sustancias que puedan dañarlo. El diseño de sus manos le permite la manipulación de diversos objetos y cuenta con un avanzado software para la interacción en ambientes reales. Construido sobre la base robótica del HRP-2, este robot mide 160.6 cm y pesa 68 kg incluyendo las baterías.

Este robot cuenta con 42 GDL configurados de la siguiente manera: 2 en la cabeza, 14 en ambos brazos, 12 en ambas manos, 2 en la cintura y 12 en ambas piernas. El principal objetivo de su construcción es contar con un robot asistente autónomo en los talleres pequeños y en las casas.[10]

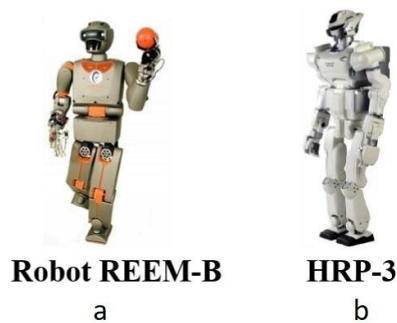


Figura 2. Robots de la empresa Kawada

ROBOTS HUMANOIDES MEDIANOS

Los robots de tamaño mediano cuentan con características parecidas a los robots humanoides de tamaño real y a los de tamaño pequeño. Son construidos por instituciones educativas y por empresas, con un mercado de consumo creciente para el entretenimiento.

El robot Qrio desarrollado por la compañía japonesa Sony y el robot HOAP-3 construido por Fujitsu, son ejemplos muy interesantes de este tipo de robots.

ROBOT SDR-4X: QRIO

El robot SDR-4X, también conocido como Qrio (Figura 3a), es la culminación de la investigación en robots humanoides por parte de SONY. Tiene como predecesor al robot SDR3X. Las siglas SDR derivan de SONY Dream Robot o en español Robot Sonado por Sony, y sus orígenes se remontan al año de 1997 cuando la compañía empezó a desarrollar sus primeros prototipos. Qrio (como también es conocido) mide 58 cm y tiene un peso aproximado de 7 kg. Camina a una velocidad de 18 km/h y cuenta con 38 grados de libertad repartidos de la siguiente manera: 4 en la cabeza, 2 en el cuerpo, 5 en los brazos, 5 en cada mano y 6 en cada pierna. Posee una mejor capacidad de interacción y reconocimiento de su ambiente que sus antecesores. Cuenta con un sistema operativo de tiempo real llamado APERIOS desarrollado por Sony. Así mismo, posee diversos sensores de distancia, aceleración, presión y de contacto.

ROBOT HOAP-3

El robot HOAP-3 (Figura 3b) es construido por la compañía japonesa Fujitsu y es sucesor de los robots HOAP-1 y HOAP-2. Las siglas de su nombre provienen de Humanoid Open Architecture Platform, (Plataforma Humanoide de Arquitectura Abierta). Entre sus características podemos mencionar sus 28 GDL distribuidos de la siguiente manera: 3 en la cabeza, 1 en cada mano, 1 en la cintura, 5 en cada brazo y 6 en cada pierna. Sus diversos sensores le permiten interactuar con su ambiente; es capaz de caminar y levantar objetos. Un aspecto interesante es el uso de RTLinux como su sistema operativo de tiempo real.

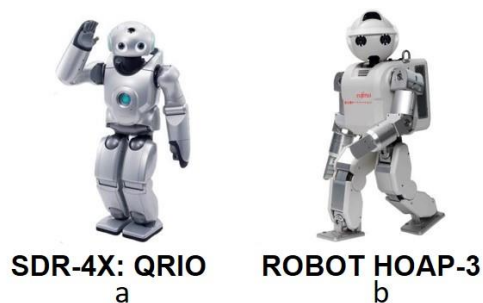


Figura 3. Robot humanoides medianos

ROBOTS HUMANOIDES PEQUEÑOS

Dado los altos costos para la fabricación de robots humanoides de tamaño real, los robots de tamaño pequeño, menos onerosos en su fabricación, son una solución atractiva para la enseñanza e investigación en robótica humanoide. Actualmente podemos encontrar 2 tipos de robots de tamaño pequeño: los robots comerciales y los construidos por instituciones académicas.

En los últimos años, un creciente número de robots humanoides para el entretenimiento y la educación están disponibles a la venta en el mundo. Esto es el resultado del fuerte crecimiento en la construcción y el diseño

de robots bípedos pequeños y constituye los primeros indicios de un mercado de consumo real en nuestra sociedad. Diversas empresas ofrecen robots de diferentes tamaños y configuraciones, variando principalmente en el número de GDL que poseen y en su capacidad electrónica. La mayoría de los robots comerciales están diseñados para agregarles sensores de diferentes tipos y cuentan con el software necesario para su programación. Entre los más populares podemos encontrar el robot Robonova de HITEC y el robot KHR-2 de KONDO.

ROBOT ROBONOVA

Quizás el más popular de los robots humanoides pequeños comercialmente disponibles sea Robonova. Construido por la empresa Hitec, mide 40 cm de altura, con un peso aproximado de 2.50 kg y cuenta con 16 grados de libertad: 3 en cada brazo y 5 en cada pierna. La electrónica que lleva consigo permite conectarle diversos dispositivos como giroscopios y sensores de ultrasonidos, además cuenta con el software necesario para su programación y la realización de pruebas. Es una de las primeras opciones para las escuelas en la enseñanza de robótica humanoide, gracias a su versatilidad y flexibilidad. La Figura 4a muestra al robot Robonova. [13]

ROBOT KHR-2

Este robot es construido por la empresa japonesa KONDO y tiene como predecesor al KHR-1. Su altura es de 35 cm y pesa 1.2 kg. Los 17 GDL que posee están distribuidos de la siguiente manera: 1 en la cabeza, 3 en cada brazo y 5 en cada pierna. Al igual que el Robonova, es muy popular en las escuelas de robótica humanoide, pues permite agregarle diversos sensores conectándolos directamente a su tarjeta electrónica. También, su estructura mecánica permite personalizar el robot agregando de diferentes piezas. En la Figura 4b se muestra el robot KHR-2. [14]

En ocasiones, la falta de opciones comerciales de robots humanoides que satisfagan las demandas de las instituciones académicas, así como el desafío tecnológico que representa el desarrollo de un robot de esta naturaleza, motivan a los centros de investigación y universidades del mundo a la construcción de robots de tipo académico.

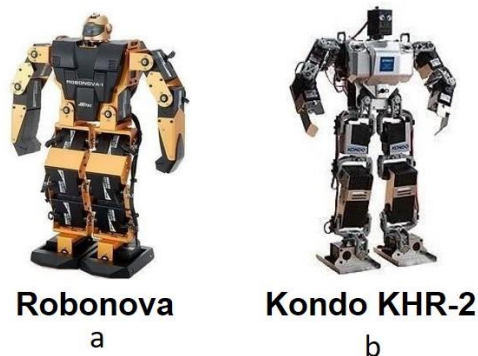


Figura 4. Robot humanoides pequeños.

HR2

El robot HR-2 fue construido por Almir **Herali** en el 2005 en la Universidad Tecnológica de Chalmers en Göteborg, Suecia. Tiene una altura de 30 cm y cuenta con 22 GDL: 2 en la cabeza, 4 en cada brazo y 6 en cada pierna. Para el procesamiento de los algoritmos el robot utiliza una computadora siempre conectada a él por medio de un enlace serial. Esto presenta una ventaja cuando se desarrollan e implementan los algoritmos, pero resta al robot autonomía y movilidad en su ambiente. Para este robot se han desarrollado estrategias de visión e interacción que lo hacen muy completo. Así, por ejemplo, es capaz de hablar y su sistema de visión estereoscópico le permite reconocer rostros e identificar si se trata de un hombre o mujer. Otra capacidad es la de imitar: una persona le enseña cómo debe mover determinado objeto, acto seguido el robot confirma que ha entendido y realiza el mismo movimiento.[15] La Figura 5a muestra el robot HR2.

ROBOT TWNHR-IV

El robot TWNHR-IV fue construido en la Universidad de Tamkang de la ciudad de Taipéi, Taiwán. Mide 46 cm de alto y 25 cm de ancho, con un peso de 3.1 kg. Cuenta con 26 grados GDL: 2 en la cabeza, 2 en el cuerpo, 4 en cada brazo y 7 en cada pierna. Una característica en su diseño es la utilización de 2 motores para la articulación de la rodilla para mejorar la solidez de la pierna. El robot TWNHR-IV es capaz de mantener el equilibrio cuando camina o cuando está detenido en una superficie que se mueva; esto lo logra con un controlador basado en lógica difusa, que recibe las señales de un acelerómetro de 3 ejes. La Figura 5b muestra al robot TWNHR-IV y la configuración de sus 26 GDL.

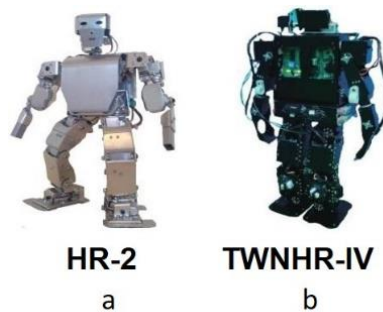


Figura 5. Robot humanoides pequeños.

Robots tamaño real	GLD ^{*1}	MC ^{*2}	Especificaciones tecnológicas	Peso	Conectividad	Propósito
ASIMO	34	Aleación de magnesio, resina plástica	<ul style="list-style-type: none"> • Caminado Flexible e Inteligente en Tiempo Real • Capacidad de comportamiento autónomo. 	54 kg	Inalámbrico/ Autónomo	Honda realiza giras para su demostración en todo el mundo, para así inspirar a los jóvenes e impulsar el estudio de la ciencia.
Hubo	41	Resina plástica	<ul style="list-style-type: none"> • Intel1 Pentium III a 933MHz • 2 cámaras CCD • Sensor de fuerza en tobillos y muñecas • Acelerómetro en plantas de pies. • Sensor inercial 	55 kg	Inalámbrico/ Manejo remoto	Pretende auxiliar al ser humano en trabajos relacionados con accidentes o catástrofes. (en desarrollo).
Reem-b	40	Resina plástica/ magnesio	<ul style="list-style-type: none"> • AMD Geode a 500MHz para equilibrio • Intel Coreo 2 Duo con 1.66Ghz. 	60 kg	Inalámbrico/ Autónomo	Puede ser utilizado como un guía, actor, punto de información dinámica, vigilancia o como una plataforma robótica para investigación
HRP-3	42	Resina plástica	<ul style="list-style-type: none"> • A prueba de polvo y salpicaduras • Mano con 3 dedos capas de manipular objetos • Sistema de enfriamiento 	55 kg	Inalámbrico/ Manejo remoto	Manipulación de objetos en entorno real a prueba de polvo y a pruebas de salpicadura. Podría ser aplicado en el planeta tierra o en un futuro en el espacio.
Robots medianos						
SDR-4X	38	Aluminio	<ul style="list-style-type: none"> • Capaz de reconocer voces. • Capacidad de interacción y reconocimiento de ambiente. • Sistema Operativo "Aperios" desarrollo por Sony. • Sensor de distancia. Aceleración, y de contacto. 	7kg	Inalámbrico/ Autónomo	Diseñado para uso doméstico, canta canciones originales escritas por Ryuichi Sakamoto y podía realizar muestras de baile.
HOAP-3	28	Aluminio	<ul style="list-style-type: none"> • RTLinux como sistema operativo en tiempo real 	7.5kg	Manejo Autónomo/ inalámbrico	Puede aprender ciertas acciones simples y utilizarlas en la situación oportuna.
Robots pequeños						

Robonova	16	Aluminio	<ul style="list-style-type: none"> Basado en controlador Atmel ATmega 128 La placa puede controlar Sensores de distancia, giroscopio, displays LCD. 8 entrada analógicas 	2 kg	Control remoto	Es una de las primeras opciones para las escuelas en la enseñanza de robótica humanoide, gracias a su versatilidad y flexibilidad
KHR-2	17	Aluminio	<ul style="list-style-type: none"> Sensor en las extremidades inferiores Basado en ATMEGA 128 	1.2kg	Control remoto	Basado para la enseñanza de programación/Robótica en las escuelas
HR2	22	Aluminio	<ul style="list-style-type: none"> Visión e interacción Sistema de visión estereoscópica Reconoce rostros Le permite identificar si se trata de un hombre o una mujer Imita movimiento 	1.5 kg	Autónomo	Basado para la enseñanza de programación/Robótica en las escuelas
TWNR-IV	26		<ul style="list-style-type: none"> Utiliza dos para la articulación de cada rodilla para mejorar la solidez de la pierna. Controlador baso en lógica difusa. 	3.1 kg	Control remoto	Basado para la enseñanza de programación/Robótica en las escuelas

1*Grados de libertad

2*Materiales de construcción

Tabla 1. Tabla comparativa de Robots Humanoides

4. CONCLUSIONES

Los resultados de nuestro análisis nos permiten extraer características principales relacionadas al propósito de los robots humanoides, los cuales están relacionado según su tamaño, donde los de tamaño real (robots grandes) cuenta con mayores grados de libertad para proporcionar una mayor estabilidad sin embargo el peso es mayor comparado a los robots medianos y pequeños. Además, pudimos analizar el propósito de los robots los cuales podemos concluir que los de tamaño real, nos permitirán en un futuro interactuar con el ser humano en un ambiente no controlado. Los Robots pequeños están hecho de aluminio para tener una mejor rigidez en su estructura.

El uso de la robótica en casi todas las esferas de la humanidad, no solo propone un desafío tecnológico desde el punto de vista de fabricación y energético, sino que también significa un extraordinario impacto de manera social. El hecho de que un robot sea capaz de sustituir y realizar el trabajo de 5 hombres, además de la innegable rapidez y precisión en el resultado productivo, provoca una gran fascinación por el potencial de estas tecnologías, sin embargo, existen preocupaciones geopolíticas impulsadas por cuestiones proteccionistas que generan inseguridad en las perspectivas de empleo.

La automatización del trabajo eleva la productividad y lleva a niveles altísimos la competitividad entre empresas, y esto aplica tanto a la robótica industrial como de servicios. Aun así, expertos consideran que la disponibilidad de trabajo no necesariamente disminuiría, sino que experimentará una mutación hacia nuevas exigencias, por lo que los seres humanos deberán reeducarse en la adquisición de nuevas habilidades en el entendimiento de la robótica y las tecnologías en general.

REFERENCIAS

- [1] Capek, K. (2004). *RUR (Rossum's universal robots)*.
- [2] Gemma Berges. (2013). La robótica aplicada a la medicina. 05/04/2020, de SEAS Sitio web: <https://www.seas.es/blog/automatizacion/la-robotica-aplicada-a-la-medicina/>
- [3] Cornejo-Aguilar, J. A., Cornejo, J., Vargas, M., & Sebastian, R. (2019). La revolución de la cirugía robótica en latino américa y la futura implementación en el sistema de salud del Perú. *Revista de la Facultad de Medicina Humana*, 19(1), 5-5.
- [4] Speich, J. E., & Rosen, J. (2004). Medical robotics. *Encyclopedia of biomaterials and biomedical engineering*, 983, 993.
- [5] Jezernik, S., Colombo, G., & Morari, M. (2004). Automatic gait-pattern adaptation algorithms for rehabilitation with a 4-DOF robotic orthosis. *IEEE Transactions on Robotics and Automation*, 20(3), 574-582.
- [6] Gallo Torres, D. J. R. (2019). Diseño e implementación de un robot humanoide para terapia de niños con trastorno del espectro autista.
- [7] Sakagami, Y., Watanabe, R., Aoyama, C., Matsunaga, S., Higaki, N., & Fujimura, K. (2002, October). The intelligent ASIMO: System overview and integration. In *IEEE/RSJ international conference on intelligent robots and systems* (Vol. 3, pp. 2478-2483). IEEE.
- [8] Oh, J. H., Hanson, D., Kim, W. S., Han, Y., Kim, J. Y., & Park, I. W. (2006, October). Design of android type humanoid robot Albert HUBO. In *2006 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems* (pp. 1428-1433). IEEE.
- [9] Tellez, R., Ferro, F., Garcia, S., Gomez, E., Jorge, E., Mora, D., ... & Faconti, D. (2008, December). Reem-B: An autonomous lightweight human-size humanoid robot. In *Humanoids 2008-8th IEEE-RAS International Conference on Humanoid Robots* (pp. 462-468). IEEE.
- [10] Kaneko, K., Harada, K., Kanehiro, F., Miyamori, G., & Akachi, K. (2008, September). Humanoid robot HRP-3. In *2008 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems* (pp. 2471-2478). IEEE.
- [11] Fujita, M., Kuroki, Y., Ishida, T., & Doi, T. T. (2003, October). Autonomous behavior control architecture of entertainment humanoid robot SDR-4X. In *Proceedings 2003 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS 2003)*(Cat. No. 03CH37453) (Vol. 1, pp. 960-967). IEEE.
- [12] Weiss, A., Igelsbock, J., Calinon, S., Billard, A., & Tscheligi, M. (2009, September). Teaching a humanoid: A user study on learning by demonstration with hoap-3. In *RO-MAN 2009-The 18th IEEE International Symposium on Robot and Human Interactive Communication* (pp. 147-152). IEEE.
- [13] Grunberg, D., Ellenberg, R., Kim, Y. E., & Oh, P. Y. (2009, August). From robonova to hubo: Platforms for robot dance. In *FIRA RoboWorld Congress* (pp. 19-24). Springer, Berlin, Heidelberg.
- [14] Kim, J. Y., Park, I. W., Lee, J., Kim, M. S., Cho, B. K., & Oh, J. H. (2005, April). System design and dynamic walking of humanoid robot KHR-2. In *Proceedings of the 2005 IEEE international conference on robotics and automation* (pp. 1431-1436). IEEE.
- [15] Calderon, C. A. A., Norouzi, A., & Qi, Z. (2014, December). Humanoid social robots: A design for interaction. In *2014 13th International Conference on Control Automation Robotics & Vision (ICARCV)* (pp. 871-876). IEEE.
- [16] Wong, C. C., Cheng, C. T., Huang, K. H., Yang, Y. T., Hu, Y. Y., Chan, H. M., & Chen, H. C. (2008). Humanoid soccer robot: TWNHR-IV. *Head Neck*, 2, 1-7.

Correo electrónico autor: giortiz@live.com