

Trabajo teoría Robots Móviles

# **Robots humanoides y con patas**

Sergio Reinosa Lario y Pedro Manuel López Sánchez

# Índice

|   |     |
|---|-----|
| Introducción .....                          | 3.  |
| Hardware .....                              | 4.  |
| Software .....                              | 7.  |
| - Módulo de percepción PAM                  |     |
| - Módulo de generación de mapas GM          |     |
| - Módulo de comportamiento o CTRL           |     |
| - Módulo de abstracción de hardware o CMD   |     |
| Aplicaciones de los robots humanoides ..... | 8.  |
| Hipótesis del Valle Inquietante .....       | 9.  |
| Referencias .....                           | 11. |

## Introducción.

Para comenzar, conviene definir el concepto de robot humanoide. Este tipo de robot es el que está diseñado para imitar o emular a los seres humanos, tanto en su forma como en su comportamiento. Generalmente, la morfología de estos se suele asemejar a la de un cuerpo humano completo, con una cabeza, un torso, dos brazos y dos piernas, sin embargo, para ciertas aplicaciones algunas de estas pueden ser modificadas, por ejemplo, existen robots asistentes formados por una parte superior convencional y una parte inferior que usa ruedas o similares en vez de piernas.



Imagen 1. Ejemplo de robot humanoide no bípedo

Este tipo de robots es capaz de llevar a cabo gran variedad de tareas, un uso común se encuentra en el campo de la robótica social, en forma de asistente o de animador para diferentes grupos de personas. De hecho, la inclusión de robots en espacios como residencias de ancianos es una práctica que está funcionando muy bien en los últimos tiempos.

Los robots humanoides no son los únicos que pueden incluir extremidades en su diseño, existe una gran variedad de robots que también incluyen esta parte y la usan para su movimiento. Dentro de estos se pueden encontrar robots que poseen desde 1 sola pata, como el robot llamado Salto, hasta robots con multitud de ellas, por ejemplo el robot TX8 que tiene 8 patas y trata de emular a una araña.

## **Hardware.**

La parte hardware tanto de los robots humanoides como de otros robots con patas suele estar compuesta por algunos elementos comunes que se encuentran adaptados a cada uno de los modelos. En primer lugar, se encuentra el microprocesador, que es el encargado de controlar los comportamientos y movimientos de los robots. También, en la inmensa mayoría de los casos, se dispone de una plataforma general que será el cuerpo del robot, en los robots humanoides se puede identificar con el torso y en los que imitan animales estará situado en el cuerpo del mismo, nunca en las extremidades.

Otro campo donde existen una gran variación es en el de sensores y/o periféricos incluidos que dependen de las funciones que vaya a realizar el robot, por ejemplo, un robot social llevará cámara, micrófono, altavoces, puede llevar algún dispositivo como una tablet para poder interactuar con él, etc.... Mientras que un robot como el Spot de Boston Dynamics, que es un robot cuadrúpedo llevará otro tipo de cámaras, de tipo stereo y múltiples sensores de fuerza y de aceleración.

En cuanto a lo que se refiere al movimiento de los diferentes robots que utilizan extremidades los componentes que estos utilizan son variados dependiendo del robot.

Cuando hablamos de robots bípedos, estos cuentan con 2 extremidades que se mueven imitando la forma de andar de los humanos. Suelen contar con varios servomotores situados en las diferentes articulaciones, que se encargan de hacer la fuerza, y que por norma general se encuentran situados en: cadera, rodilla y tobillo, imitando la morfología humana. También existen otro tipo de configuraciones, por ejemplo, añadiendo una articulación extra entre la rodilla y el tobillo, resultando en una pata similar a la de un caballo. Estos 2 tipos se pueden ver en las Imágenes 2 y 3. Todos estos movimientos son coordinados y controlados por los diferentes controladores asociados a las articulaciones y por el procesador que controla las acciones del robot.



Imagen 2. Robot bipedo con la configuración de pierna humana

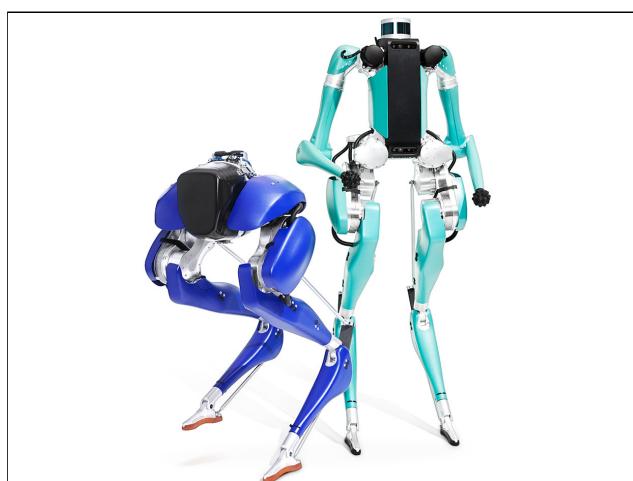


Imagen 3. Robot bípedo con articulación extra (pierna animal)

En cuanto a robots con mayor número de patas, estos suelen tener comportamientos similares a animales en la naturaleza, es por ello que las configuraciones más comunes en estos son las de 4, 6 y 8 patas. Todos estos comparten la característica de contar con una mayor estabilidad que los de solo 2 extremidades.

En el caso de los robots de 4 patas, existen los que para moverse utilizan solo 1 pierna a la vez con el objetivo de tener estabilidad en todo momento, sin embargo esto es poco eficiente en términos de velocidad. Otra forma de moverse que utiliza este tipo de robots es la de mover las patas de 2 en 2, bien moviendo las patas alternas, es decir una de las delanteras y una de las traseras de lados opuestos, lo que proporciona un movimiento más rápido y a su vez estable; o bien utilizando las dos traseras y las dos delanteras a la vez con el objetivo de trotar e ir a una mayor velocidad sacrificando estabilidad. Generalmente, este tipo de robots no solo se puede mover hacia delante y hacia detrás, si no que también es capaz de hacer desplazamientos laterales.

En el caso de los robots de 6 y 8 patas, el movimiento se suele producir de manera similar en ambos casos. Estos suelen mover a la vez 2 patas o la mitad de ellas, en el segundo caso de forma síncrona o asíncrona dependiendo del objetivo. Algunas de las ventajas de este mayor número de patas son que poseen un mayor equilibrio, como se puede ver en la Imagen 4, donde el robot consigue mantener la horizontalidad y no derramar el vaso de agua pese a que su superficie de apoyo se encuentra inclinada y se va moviendo; y la mayor facilidad para realizar

desplazamientos laterales y diagonales. En la imagen 5 se puede ver un robot de 8 patas que imita a una araña.

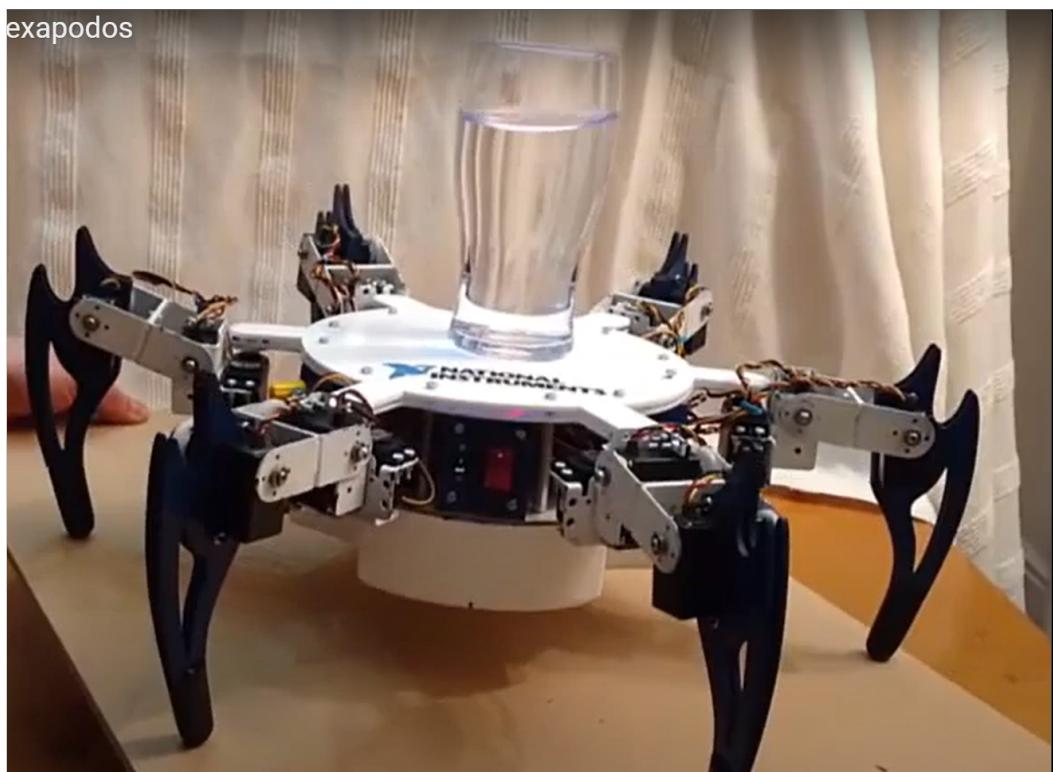


Imagen 4. Robot Hexápodo manteniendo la horizontalidad



Imagen 5. Robot Araña de 8 patas TX8

## **Software.**

Los robots humanoides, así como la mayoría de robots sociales, tiene que ser capaces de realizar estas cuatro acciones básicas:

- Percibir los objetos del medio
- Representar un modelo del mundo según los objetos percibidos
- Toma de decisiones
- Implementación de tareas de movimiento

### **Módulo de percepción PAM (Perception Anchoring Module).**

Para empezar, dentro del reconocimiento de objetos, se pueden distinguir dos subprocessos, por un lado la creación de blobs y por otro la identificación de estos blobs. Para crear un blob se empieza segmentando la imagen, los métodos de segmentación más utilizados en estos casos son la segmentación por crecimiento de regiones y segmentación por umbral. Y por último, se trata de identificar los blobs con elementos conocidos de nuestro entorno.

Para encontrar estos objetos los robots humanoides lo que hacen generalmente es realizar un barrido con la cabeza, (dentro de los límites articulares del robot y a una velocidad que garantice la detección) y una vez encontrado un objeto, se plantea la cuestión de seguir al objeto o seguir en busca de otro. Para ello se hace uso de un algoritmo que tiene en cuenta la importancia asignada a cada objeto, el tiempo transcurrido desde la última vez que se detectó y desde la última vez que se buscó.

### **Módulo de generación de mapas GM (Global Map)**

Gracias a las estimaciones odométricas de la posición del robot y a las percepciones del PAM, es capaz de situar todos los objetos reconocidos por el módulo en el mapa global con una precisión considerable. Para lograr la localización dentro del mapa generalmente se usan los algoritmos de Kalman y de Markov.

### **Módulo de comportamiento o CTRL**

Este módulo es el encargado de tomar las decisiones tácticas y estrategias del robot. Es decir, decide si debe moverse hacia un lado u otro y, elige la dirección y la velocidad oportunas para colocar al robot con una orientación determinada respecto al objetivo elegido. Los datos de los que se nutren las decisiones del módulo CTRL son los mapas de localización global, y la salida del módulo son instrucciones de

velocidad (lineal, lateral y de rotación) a interpretar por el módulo de locomoción (CMD).

### **Módulo de abstracción de hardware o CMD**

Este módulo es el encargado de gestionar las tareas relacionadas con el movimiento de las articulaciones o la lectura de los sensores. La tarea más complicada de la que se encarga este módulo, obviamente es el movimiento de las piernas, puesto que los robots humanoides pueden desplazarse linealmente, lateralmente e incluso rotacionalmente.

Encontrar la secuencia de valores para las articulaciones que permiten conseguir dichos desplazamientos es una tarea compleja que requiere el estudio de la disposición de los centros de masas de cada fragmento entre articulaciones del robot y su comportamiento dinámico, además de resolver el problema cinemático inverso que permite desplazar los pies de un lugar a otro. Entre los parámetros que se varían para conseguir las diferentes velocidades y estilos de desplazamiento están la altura a levantar el pie del suelo en cada paso, el desplazamiento lateral de la cadera (es necesario proyectar el centro de masas sobre un pie para poder desplazar el otro) y el ángulo de giro. Combinando un ángulo de giro con un desplazamiento lineal, podemos obtener un desplazamiento curvilíneo, por ejemplo.

## **Aplicaciones de los robots humanoides.**

Las principales aplicaciones de los robots humanoides se enmarcan en el ámbito social, estos el estudio de estos robots ha contribuido además para ayudar en la comprensión del propio cuerpo humano, así como también ha supuesto una mejora en el campo de la rehabilitación.

Los robots humanoides, pueden sustituir al humano en tareas de alto riesgo y en la industria gracias a su gran precisión. También algunos casos como el robot Teo son capaces de realizar tareas domésticas así como planchar la ropa o incluso hacer de camarero.

Además se ha demostrado que algunos de los modelos más avanzados de robots humanoides son capaces de trabajar como cajero de un supermercado o incluso como asistente del hogar como es el caso del robot Atlas.

Pero, porque hacer robots humanoides para algunas de estas tareas pudiendo hacer un robot para planchar la ropa o fregar los platos pudiendo hacer un robot más sencillo que haga una de estas tareas. Pues la respuesta es que gracias a los robot humanoides que imitan las capacidades del ser humano esto promueve la multitarea y un solo robot sería capaz de hacer todas estas tareas y más.

## Hipótesis del Valle Inquietante.

Un fenómeno curioso que se presenta en los robots humanoides (o agentes artificiales que no sean necesariamente robots) es el del Valle Inquietante. Este se basa en que cuanto más parecido a una persona es un robot, este produce en el usuario una respuesta más positiva y genera más empatía. Sin embargo, llegado a cierto nivel de parecido considerado bastante alto la respuesta se convierte en un fuerte rechazo hacia el robot. Si el parecido con el humano sigue aumentando la respuesta del usuario vuelve a aumentar y ser positiva nuevamente. En la siguiente imagen se puede ver de forma gráfica este fenómeno.

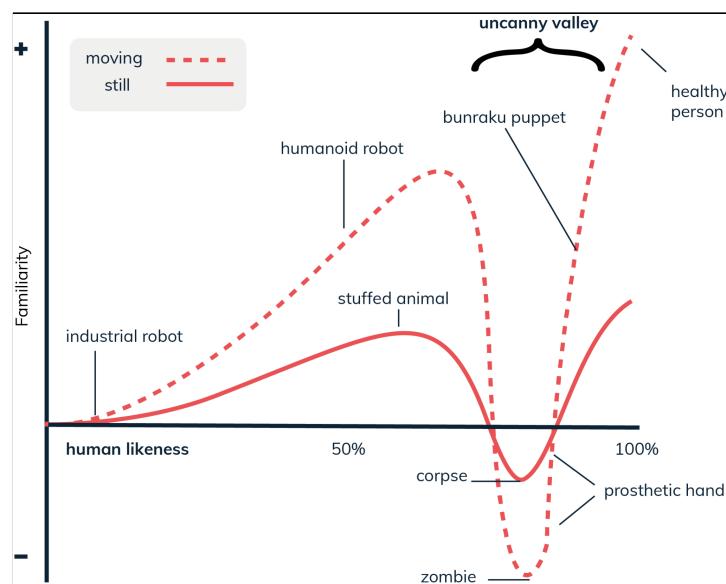


Imagen 6. Gráfico que representa la aceptación en función del parecido humano

Este es un efecto a evitar a la hora de diseñar cierto tipo de robots humanoides, por ejemplo los robots asistivos, los cuales no deben crear rechazo a las personas a las que vayan a ayudar. Un caso reciente es el de Ameca, un robot creado por la compañía Engineered Arts, que tiene una gran imitación de los gestos faciales de un humano.

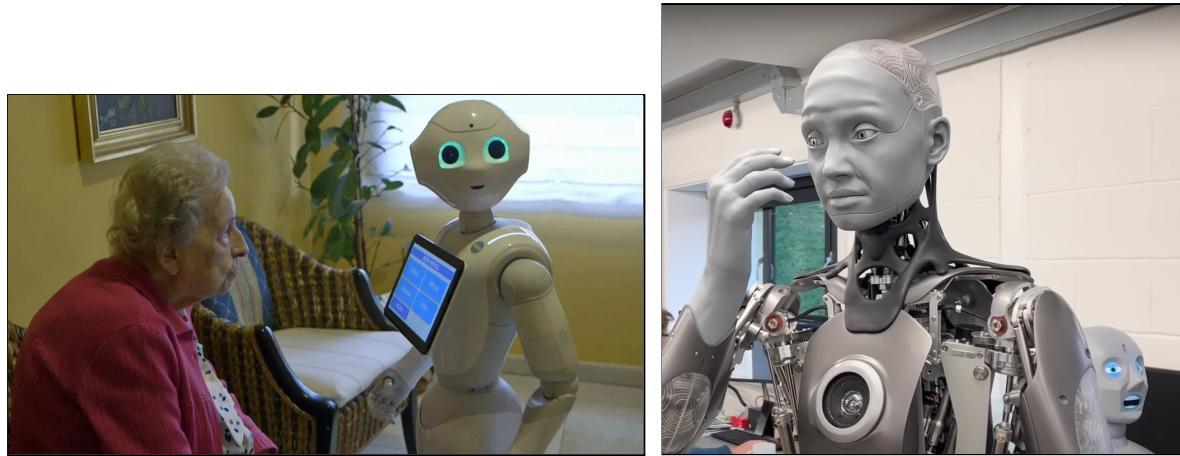


Imagen 7. Robot de asistencia y robot Ameca.

Si se quiere ver este robot en movimiento aquí se puede ver un video donde se realizan variedad de movimientos:

<https://www.youtube.com/watch?v=IPukuYb9xWw&t=23s>

## REFERENCIAS

<https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/12840/Mem%C3%B2ria%20t%C3%A8cnica.pdf>

<https://repositorio.upct.es/bitstream/handle/10317/722/pfm16.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

<https://www.robugtix.com/t8x>

<https://www.hisour.com/es/legged-robot-43178/>

[https://es.wikipedia.org/wiki/Robot\\_humanoide](https://es.wikipedia.org/wiki/Robot_humanoide)

[https://www.elespanol.com/omicrono/tecnologia/20211208/robot-humanoide-horrifica-increible-imitacion-expresiones-humanas/632937073\\_0.html](https://www.elespanol.com/omicrono/tecnologia/20211208/robot-humanoide-horrifica-increible-imitacion-expresiones-humanas/632937073_0.html)

<https://www.bostondynamics.com/products/spot>

[https://www.elconfidencial.com/mundo/europa/2020-09-19/robots-para-paliar-la-soledad-en-las-residencias-de-ancianos\\_2751051/](https://www.elconfidencial.com/mundo/europa/2020-09-19/robots-para-paliar-la-soledad-en-las-residencias-de-ancianos_2751051/)

<https://iat.es/blog/robots-humanoides/>