

Introducción

Robótica

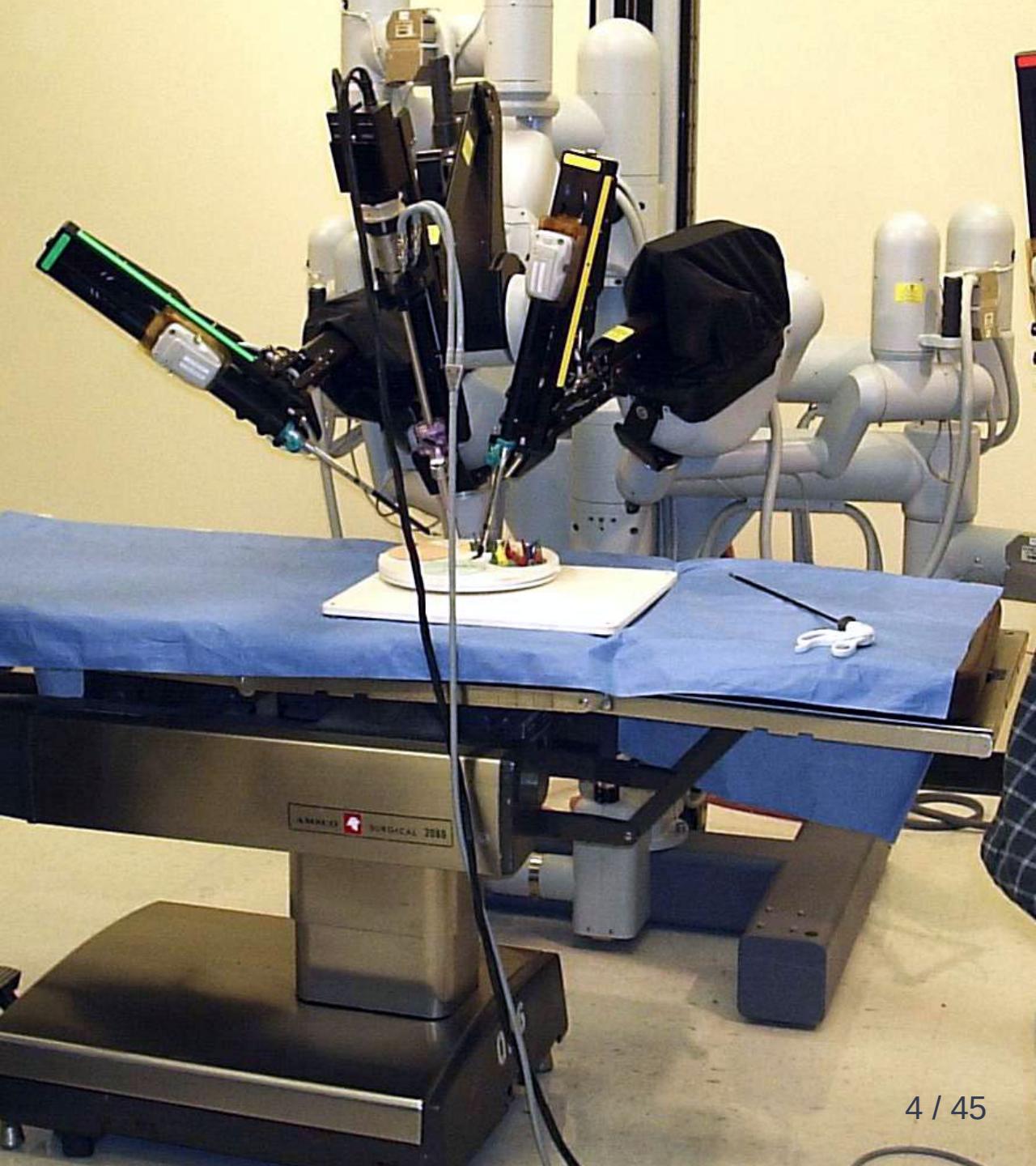
Alberto Díaz y Raúl Lara
Curso 2022/2023
Departamento de Sistemas Informáticos

License CC BY-NC-SA 4.0

¿Qué es un robot?



¿Un robot tiene que ser una máquina autónoma?







Vale, un robot puede ser total, parcial o no autónomo, pero de alguna manera realiza tareas físicas sobre el mundo real, ¿verdad?



Entonces, ¿qué define a un robot?



¿Cuál es el elemento más diferenciador de un robot?

- Algunos dicen que el bloque de inteligencia artificial donde se toman las decisiones.
- Otros indican que el requisito de una IA no es esencial, ya que un proceso de toma de decisiones basado en if-else nos vale también para generar inteligencia.
- Que claro, si está tomando decisiones inteligentes, ¿cómo podemos no estar hablando de inteligencia artificial?
- Bueno, el proceso de decisión se puede considerar esencial, el tema de una inteligencia artificial no tanto.

Componentes esenciales de un robot

Para el propósito de este curso podemos ponernos de acuerdo en que hay tres componentes esenciales:

- **Sensores** : para percibir tanto el entorno que rodea al robot como su propio estado.
- **Controladores** : para analizar el estado actual y tomar decisiones.
- **Actuadores** : para manipular y realizar acciones sobre el entorno.

Sensores

Percepción: Los robots perciben el mundo que les rodea a través de sensores.

Podemos pensar en los sensores de un robot como el análogo de los sentidos humanos:

- Vista: Cámaras, radares LiDAR, ...
- Oído: microfonos
- Tacto: sensor de temperatura, presión, ...
- Gusto y olfato: sensores químicos

Hay sensores que no tienen análogo humano, como GPS (para identificar la posición exacta en el globo, barómetro para identificar la altitud a la que nos encontramos, o detector de campos magnéticos (un compás) para detectar la dirección.

Controladores

Toma de decisiones : Basándonos en los datos de los sensores y, opcionalmente, del estado interno del robot, un robot tiene que tomar decisiones para realizar cualquier tarea.

Pueden ser decisiones tan simples como responder un sí o un no. Aunque también pueden ser extremadamente complejas como navegar por un entorno desconocido.

En la práctica, el proceso de toma de decisiones en robótica es complejo, y requiere responder muchas cuestiones para encontrar una respuesta en el árbol de decisión de todas las posibilidades.

Por el camino se pueden usar técnicas sofisticadas, como análisis de imagen o algoritmos de path planning.

Actuadores

Los robots **actúan** sobre el entorno.

Las acciones sobre el entorno se pueden dar de muy diferentes formas para muchos propósitos diferentes:

- Ir de un punto a otro.
- Acelerar o frenar.
- Realizar nuevas medidas del entorno con sensores.
- Comunicarse con humanos u otros robots.
- Los motores y actuadores pueden hacer girar las ruedas, activar articulaciones o rotar las hélices de un robot.
- Encender un escáner para tomar una medida.
- Emitir luces o sonidos.
- Enviar mensajitos para comunicarse.

Robot

1. Máquina o ingenio electrónico programable que es capaz de manipular objetos y realizar diversas operaciones.
2. Robot que imita la figura y los movimientos de un ser animado.
3. Persona que actúa de manera mecánica o sin emociones.
4. Programa que explora automáticamente la red para encontrar información.

Según el diccionario Collins: "A robot is a machine which is programmed to move and perform certain tasks automatically."

Evolución de los robots



Autómatas

Son máquinas relativamente autónomas, o mecanismos de control diseñados para seguir automáticamente una secuencia de operaciones, o responder a instrucciones predeterminadas.

Se tienen registros desde el antiguo Egipto hasta nuestros días (animatrónics).



▶ 0:00 / 1:21

🔊 [] :

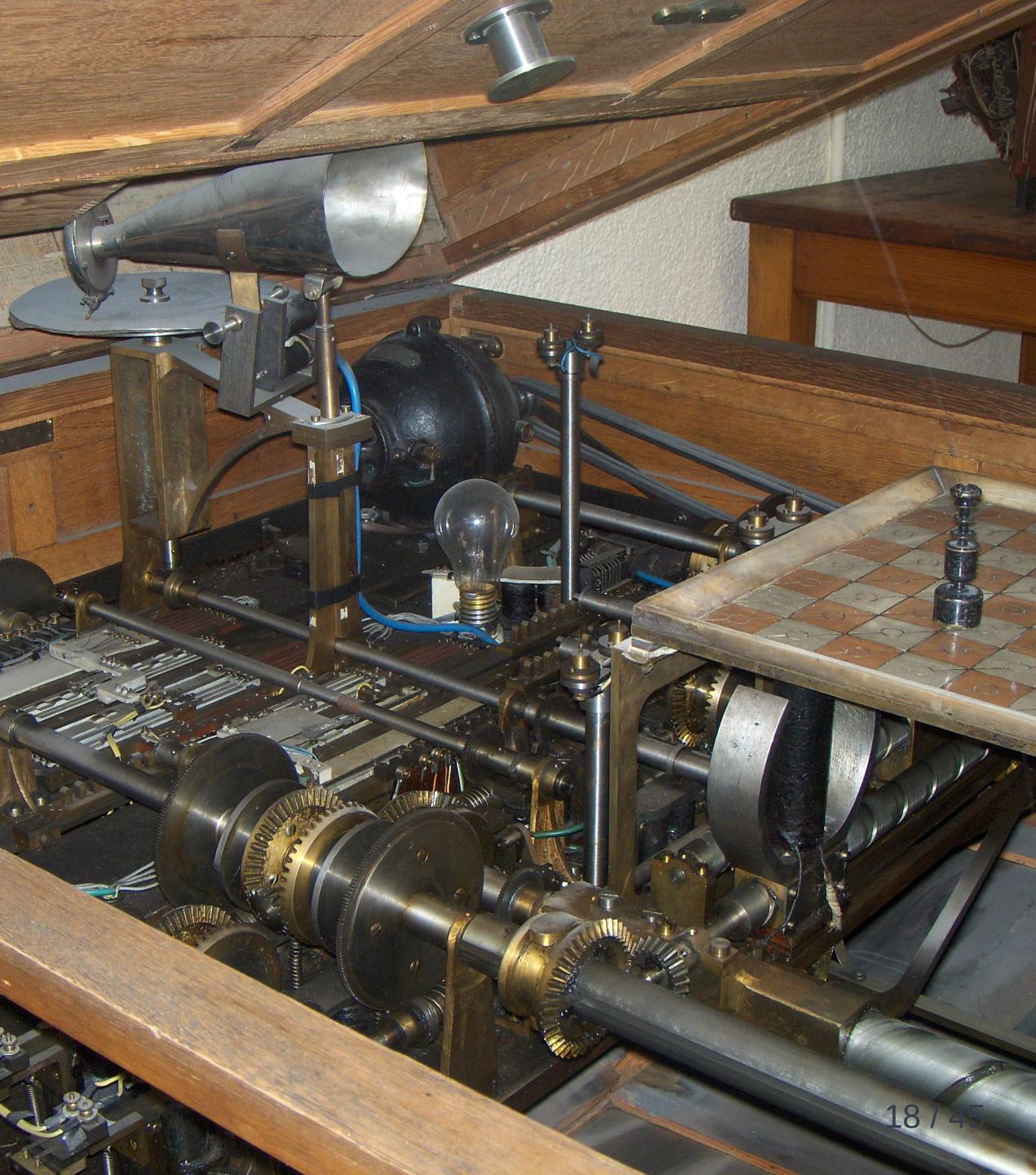
17 / 45

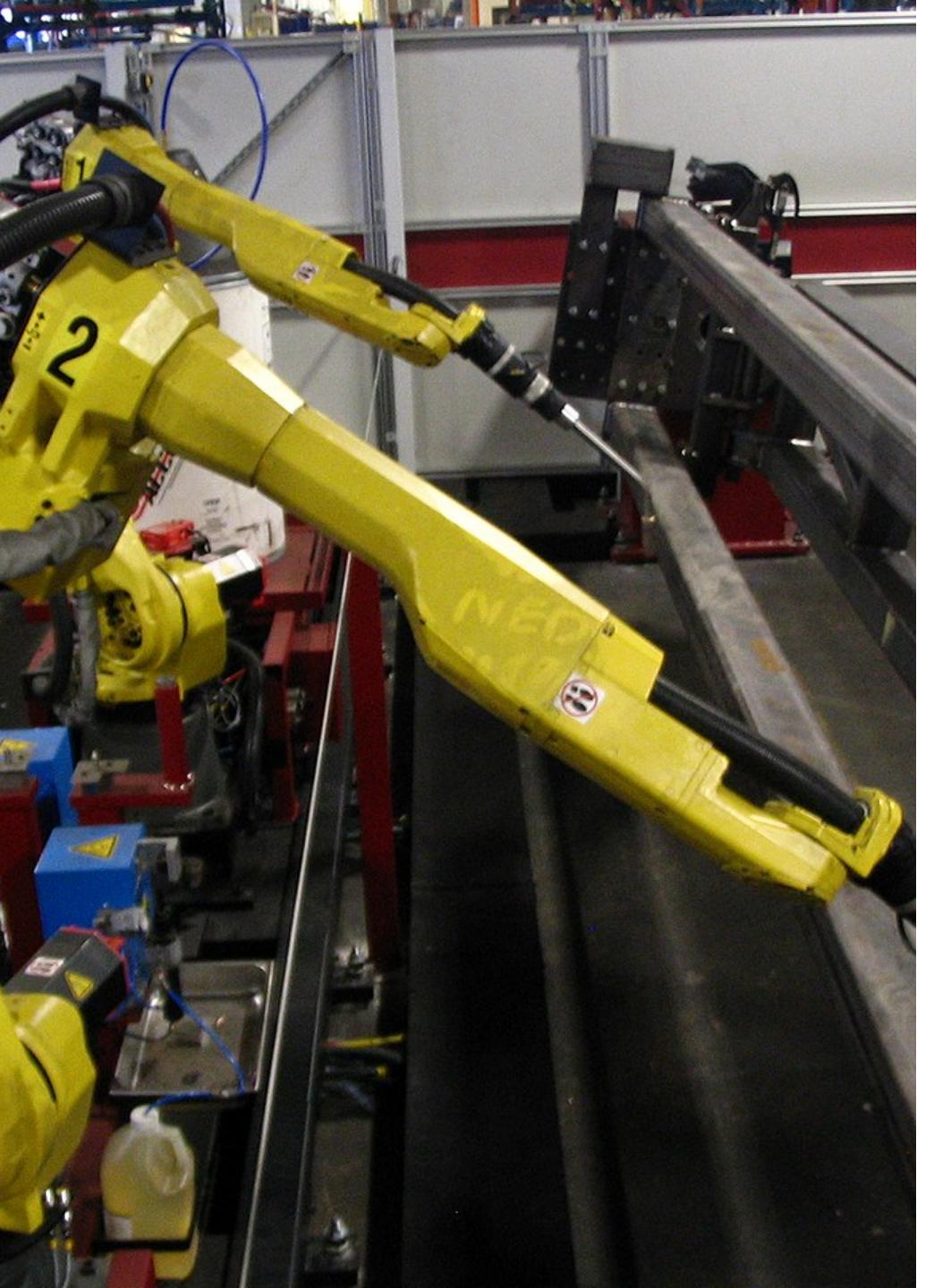
Principios del siglo XX

En 1912, **Leonardo Torres y Quevedo** construye la primera máquina autónoma capaz de jugar al ajedrez: **El Ajedrecista**.

Intenta hacer mate en un escenario reducido de final de partida.

Capaz de detectar movimientos incorrectos del oponente señalándolos con una bombilla.





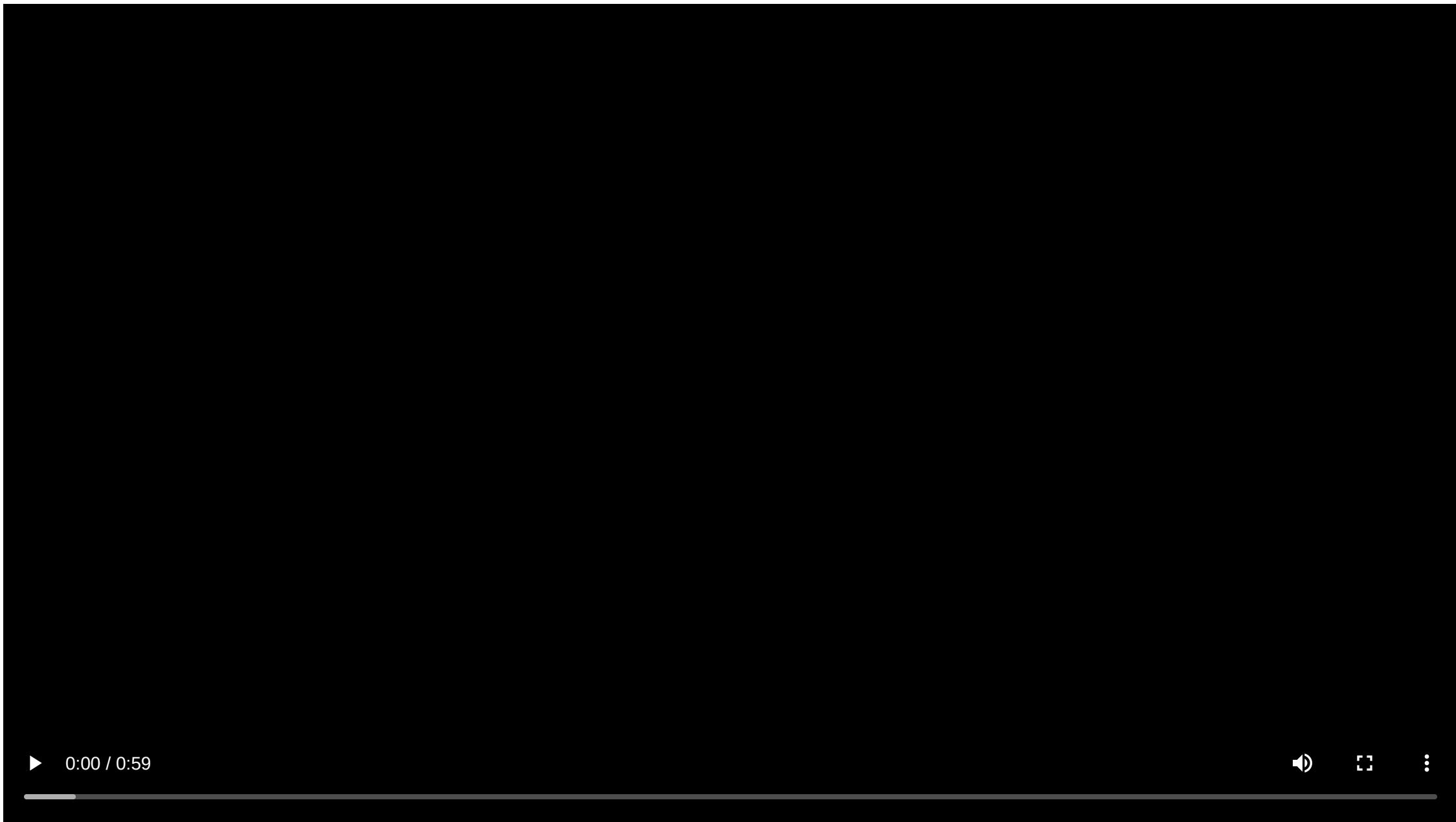
Robots industriales

Empiezan a desarrollarse en los 1930.

Articulados a imagen y semejanza de brazos humanos.

Inicialmente replicando el movimiento del operador.

Entran en juego la automatización y el **control numérico**.



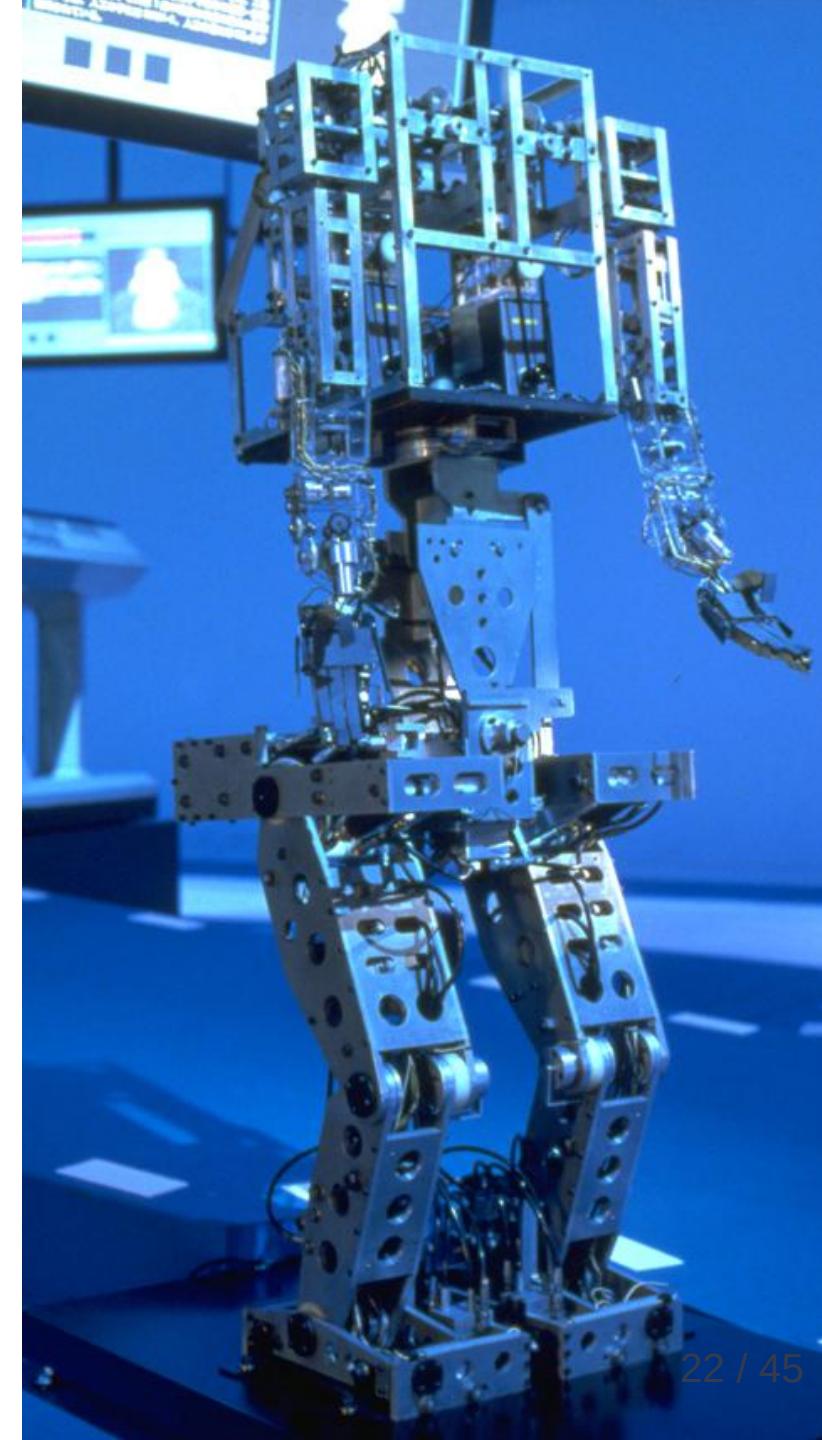
▶ 0:00 / 0:59



Década de los 70: autonomía y control

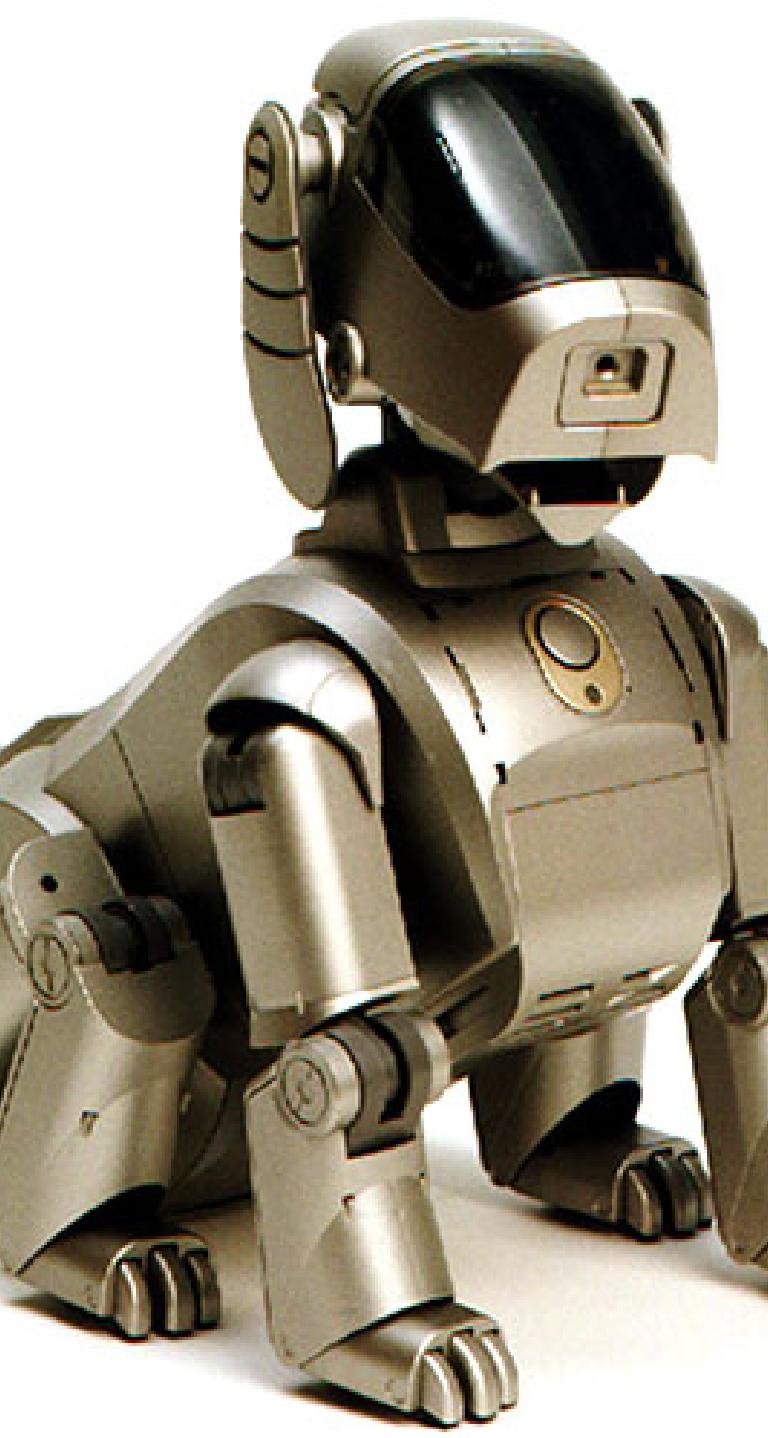
La industria armamentística se convierte en la punta de lanza de la robótica, creando munición autónoma 'fire-and-forget'.

Se crea el primer robot capaz de caminar como un humano: **WABOT-1**. Incluía síntesis de voz, manipulación de objetos y entendía órdenes habladas en japonés.



▶ 0:00 / 3:12

🔊 ⏷ : 23 / 45

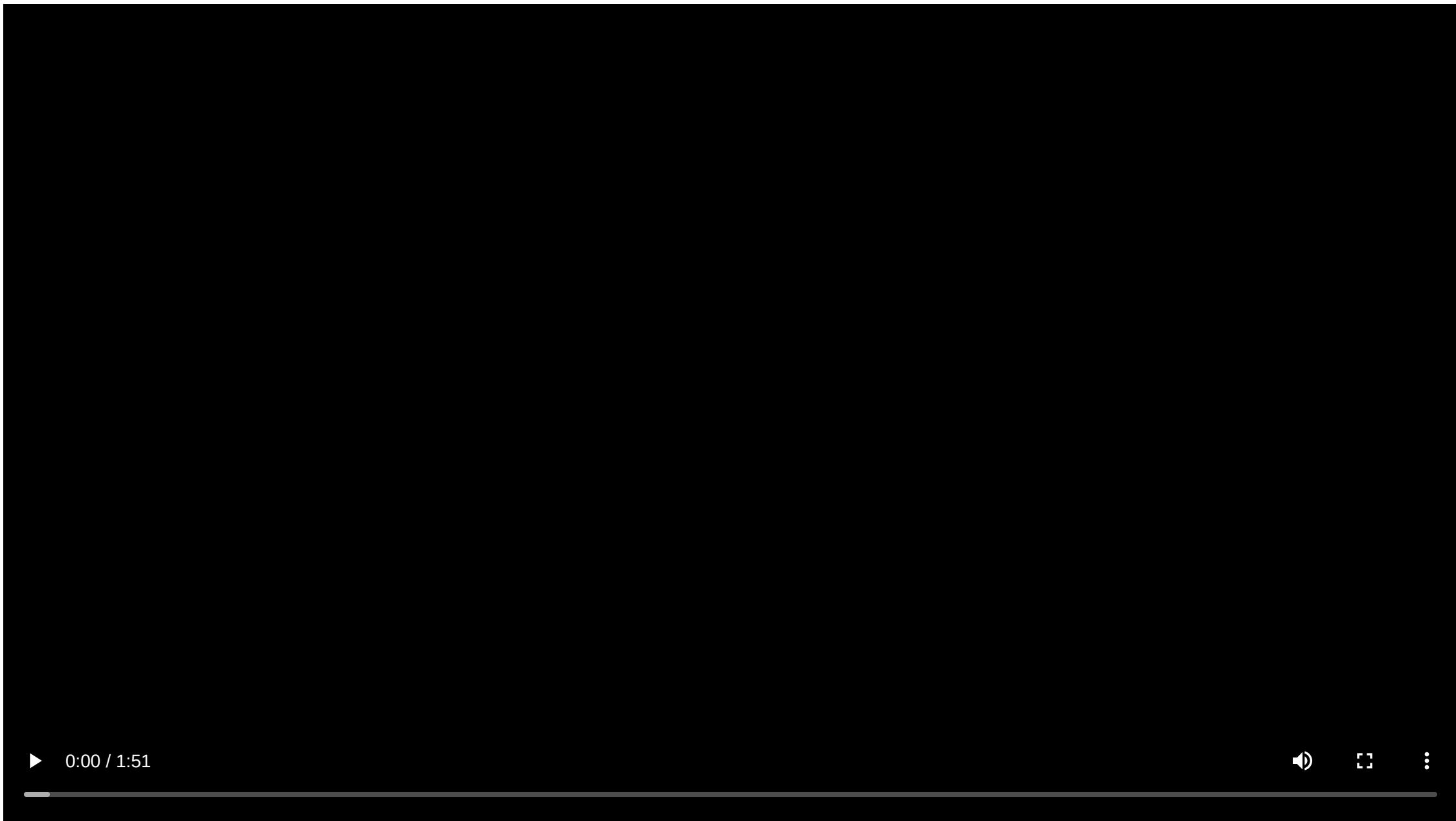


80s/90s: humanoides, sistemas inteligentes y robótica de consumo

La tendencia de humanizar a los robots se dispara en esta época.

Honda desarrolla dos versiones de su robot humanoide inteligente: P2 y P3.

Sony presenta su mascota robot, **AIBO**, capaz de seguir una pelota gracias a su módulo de visión por computador. Este robot está dotado de inteligencia artificial para reconocer órdenes, establecer una relación empática con el propietario, recordar caras, etc.



Siglo XXI: de la humanidad a la utilidad

Ya no importa tanto el aspecto humano del robot, sino su utilidad.

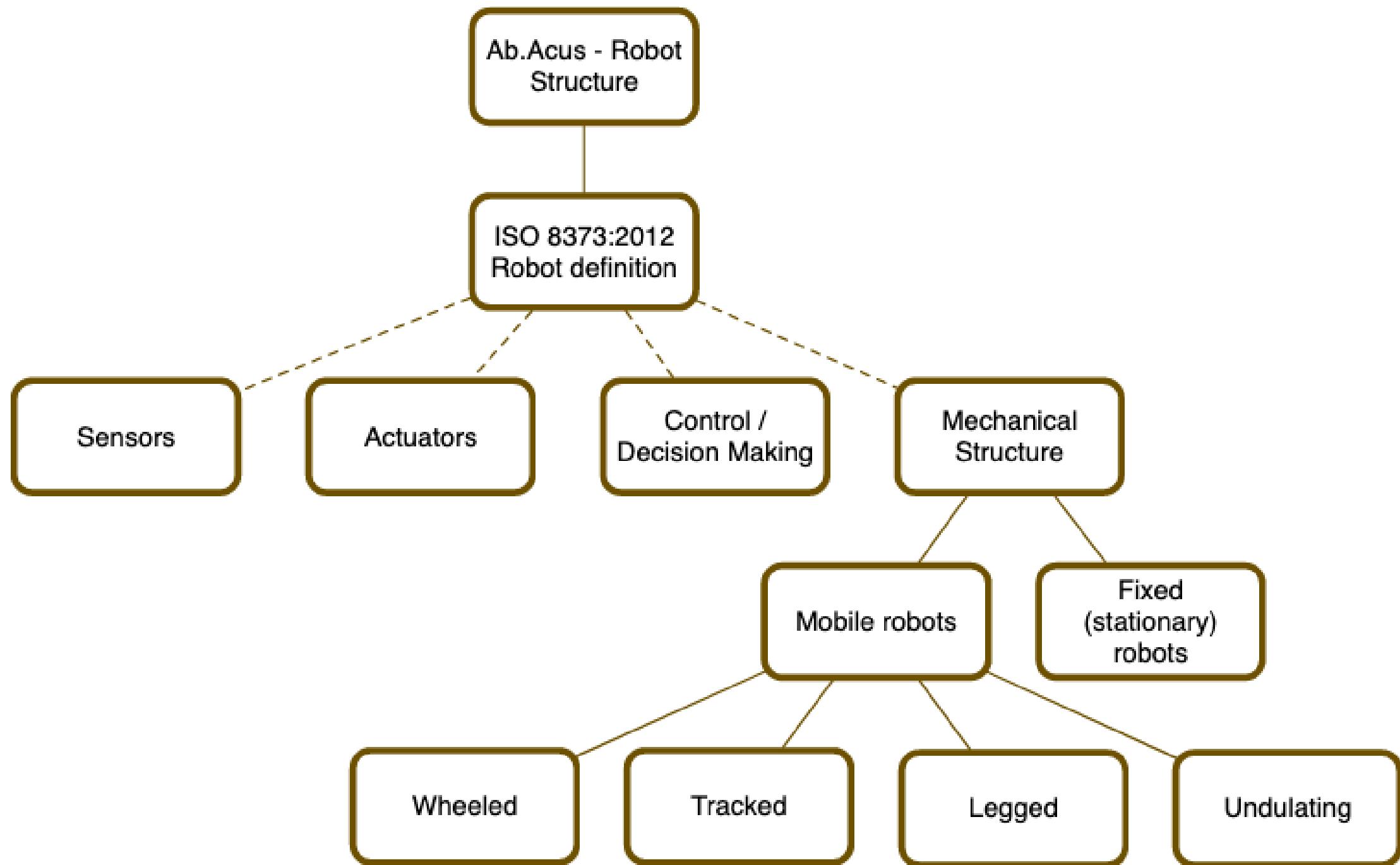
La robótica entra de lleno en los hogares: aspiradoras, drones, impresoras 3D, robots de acompañamiento, etc.

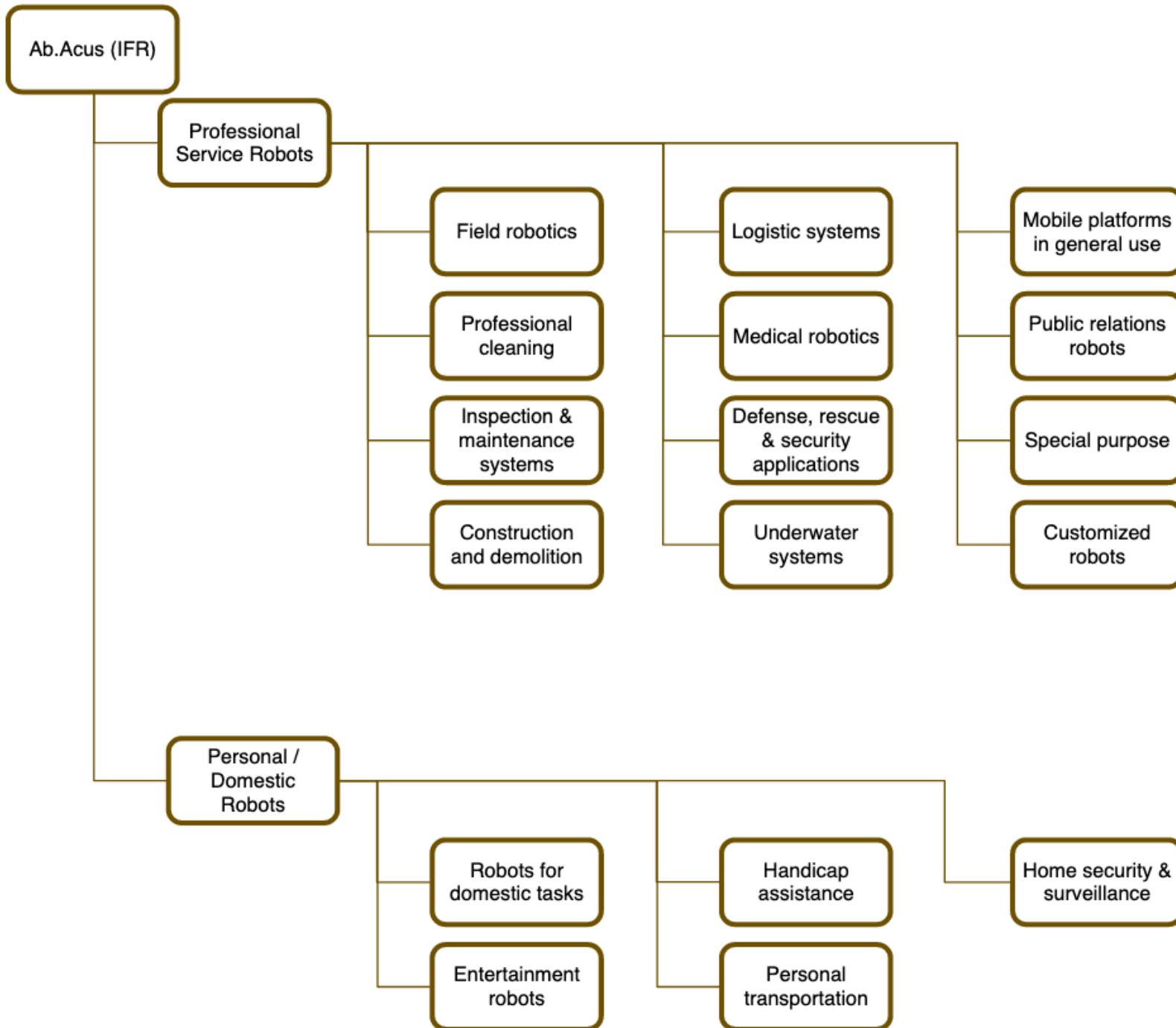
El **vehículo autónomo** entra en escena, dando lugar a los primeros modelos comerciales.

Los robots están plenamente establecidos en el tejido productivo de la sociedad.



Clasificaciones y definiciones





Sensor

Objeto capaz de variar una propiedad ante magnitudes físicas o químicas, llamadas variables de instrumentación, y transformarlas con un transductor en variables eléctricas.

Características deseables:

- es sensible a la propiedad medida
- es insensible a cualquier otra propiedad que se pueda encontrar en el entorno
- no influye en la propiedad medida

Sensibilidad : ratio entre la señal de salida y la propiedad medida.

Resolución : cambio más pequeño que puede ser detectado en la cantidad que está siendo medida.

Actuador

Componente de una máquina que se encarga de mover o controlar un mecanismo o sistema.

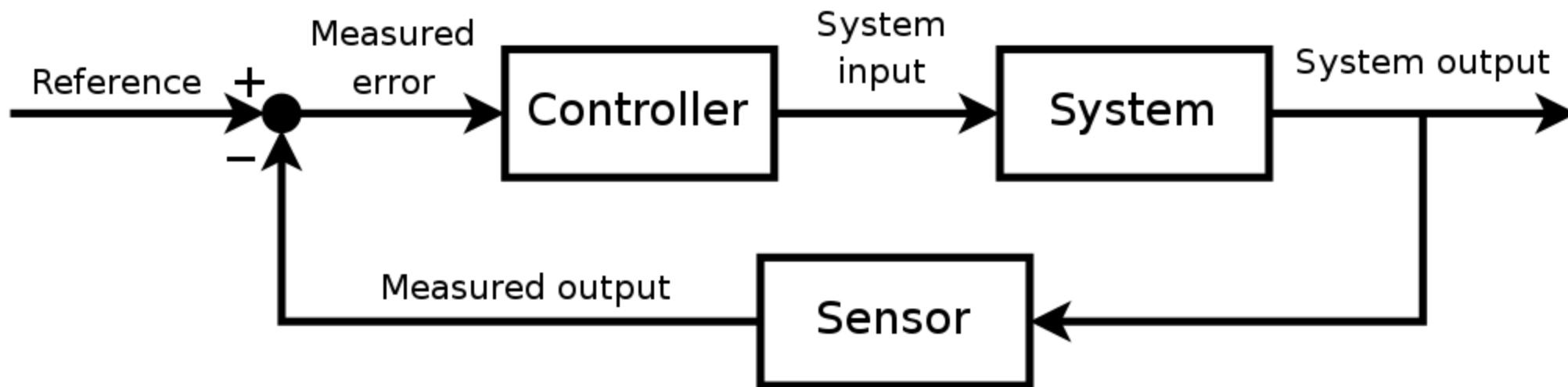
Un actuador requiere de una señal de control, normalmente de baja energía, y una fuente de energía:

- Hidráulico
- Neumático
- Eléctrico
- Magnético
- Mecánico

Control

Es el sistema que gestiona el funcionamiento del robot.

Interpreta las señales percibidas por los sensores y hace funcionar los actuadores en consecuencia.



El bucle de control es **esencial** para la automatización industrial

Grados de libertad

Los grados de libertad son el número mínimo de velocidades generalizadas independientes necesarias para definir el estado cinemático de un mecanismo o sistema mecánico.

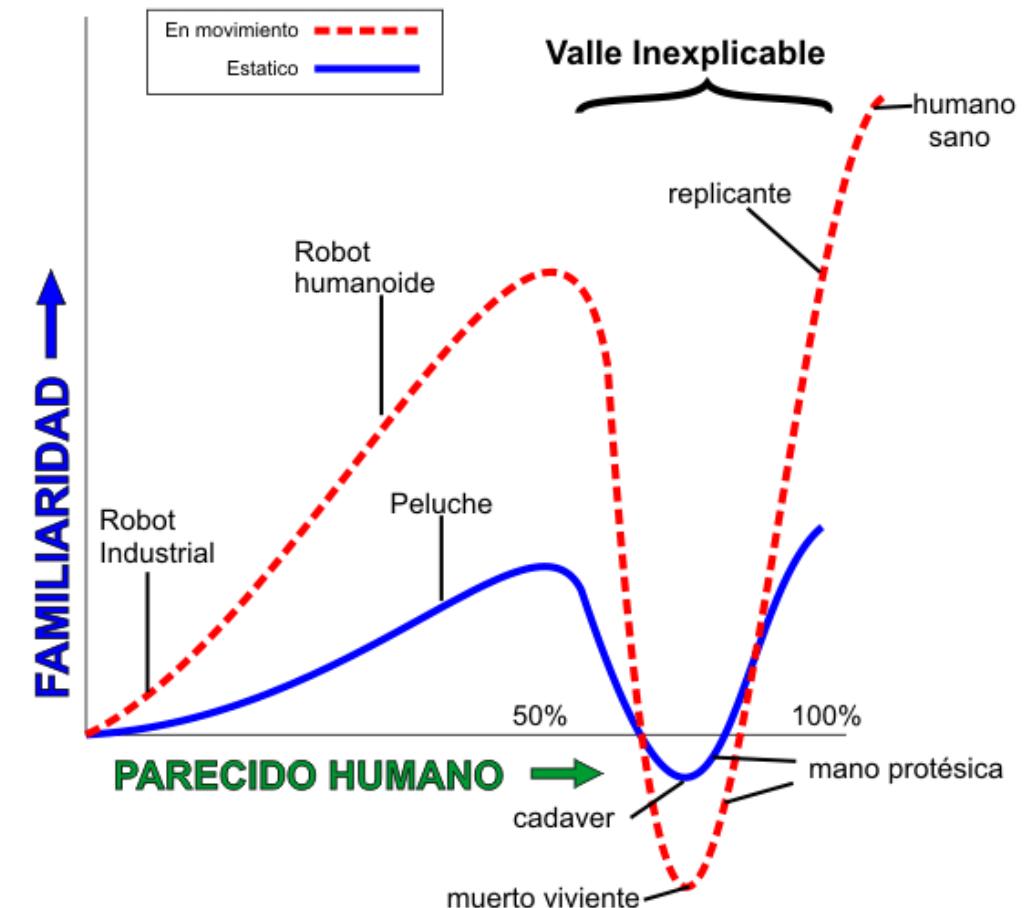
El número de grados de libertad coincide con el número de ecuaciones necesarias para describir el movimiento.

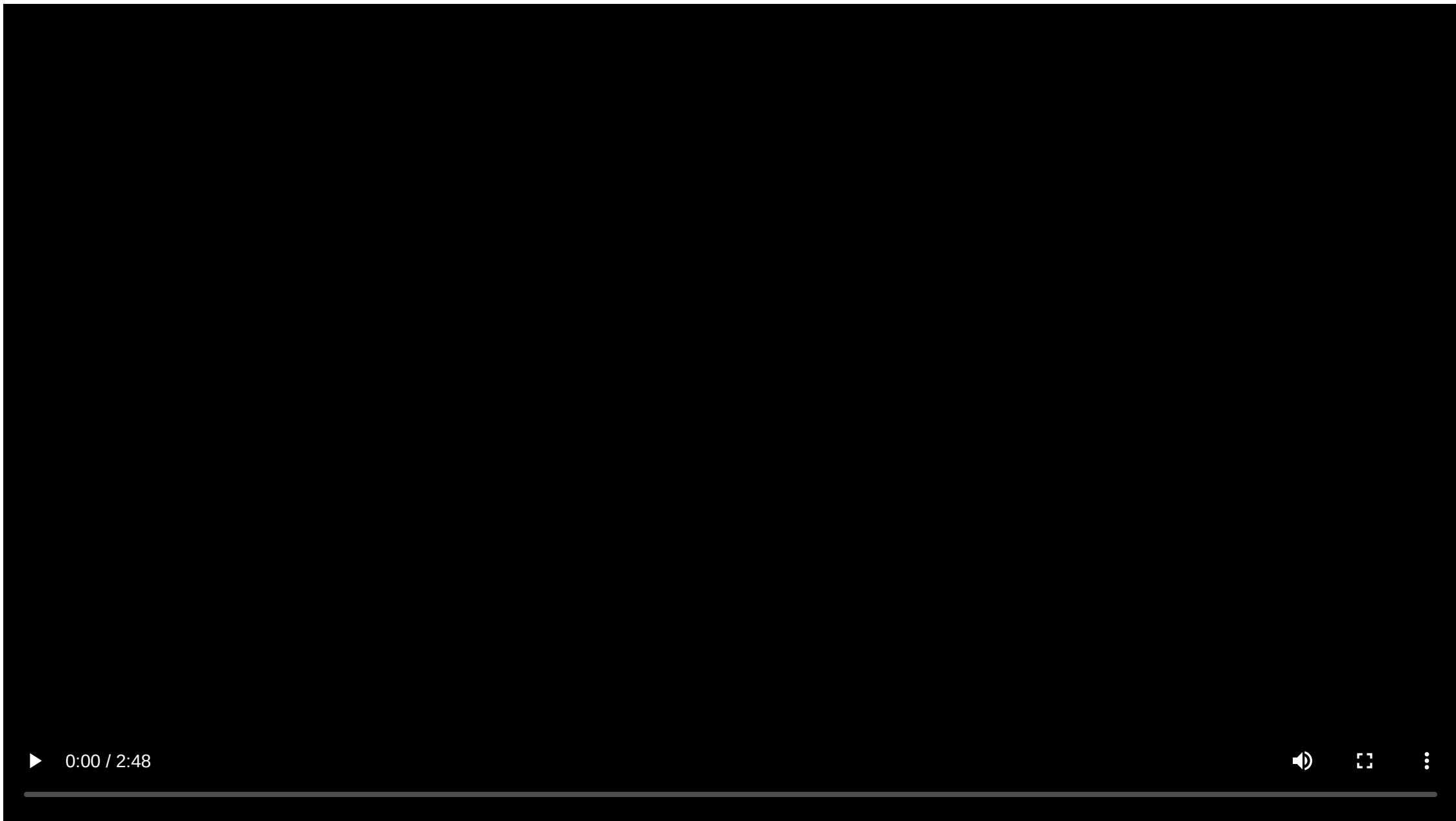
¿Cuántos grados de libertad tiene...

- ...una locomotora sobre una vía recta?
- ...un brazo humano?
- ...un avión en vuelo?
- ...un barco navegando?

Valle inquietante

Conocido por su voz inglesa **uncanny valley**, es una hipótesis en el campo de la robótica y animación 3D que afirma que cuando las réplicas antropomórficas se acercan en exceso a la apariencia y comportamiento de un ser humano real, causan una respuesta de rechazo entre los observadores humanos.





Investigación

Tendencias en investigación

Según el último informe¹ del departamento de Human-centered AI de Stanford:

Robots más adaptables

Las nuevas técnicas de aprendizaje de los robots (aprendizaje a partir de la demostración humana, el aprendizaje adaptativo, la optimización y otras) están dando lugar a una robótica más útil. Las capacidades de los robots han crecido para adaptarse mejor a entornos que cambian dinámicamente mientras resuelven problemas muy complejos, lo que hace que la robótica sea más adecuada para una gama más amplia de aplicaciones industriales, incluidas las tareas de inserción y manipulación en la fabricación.

¹ June 2022 Industry Brief: Robotics and AI

Tendencias en investigación

Ayudantes robóticos

Otro tema de investigación es la interacción entre humanos y robots, incluida la robótica asistencial, la robótica médica y el aumento de la capacidad humana.

Los investigadores de estas áreas se centran en la capacidad de interpretar, adaptar y mejorar el comportamiento humano. Al crear robots que responden a la información humana, amplían las habilidades humanas, como en el caso de la cirugía teleoperada, y mejoran la calidad de vida, como al ayudar a los pacientes a vestirse y bañarse.

Tendencias en investigación

Mejores tecnologías autónomas

La movilidad representa otro amplio y fundamental espacio de problemas dentro de la robótica: reúne la necesidad de capacidades de interacción humana, adaptación en entornos dinámicos, percepción y toma de decisiones complejas.

Los vehículos autónomos tienen un enorme potencial dentro del transporte y el futuro de la logística de la cadena de suministro.

Las nuevas investigaciones de Stanford abordan problemas esenciales en estas aplicaciones, como la detección de múltiples objetos, la planificación de rutas seguras en caso de fallo de los sensores, la navegación alrededor de personas, etc., todo lo cual requiere un uso innovador de la inteligencia artificial.

Tecnologías

ROS - Robot Operating System

Robot Operating System (ROS) es un conjunto de bibliotecas y herramientas de software que le ayudan a crear aplicaciones para robots. Desde controladores hasta algoritmos de última generación, y con potentes herramientas para desarrolladores, ROS tiene lo que necesitas para tu próximo proyecto de robótica. Y todo es de código abierto.

www.ros.org



Gazebo



Gazebo aporta un nuevo enfoque a la simulación con una completa caja de herramientas de bibliotecas de desarrollo y servicios en la nube para facilitar la simulación. Itere rápidamente sus nuevos diseños físicos en entornos realistas con flujos de sensores de alta fidelidad. Pruebe las estrategias de control en seguridad y aproveche la simulación en las pruebas de integración continua.

gazebosim.org

PyBullet

Es un wrapper Python para **Bullet Physics SDK**, una simulación multifísica y de detección de colisiones en tiempo real para VR, juegos, efectos visuales, robótica, aprendizaje automático, etc.

PyBullet es un módulo de Python rápido y fácil de usar para la simulación robótica y el aprendizaje automático, con un enfoque en la transferencia de la simulación a la realidad. Con PyBullet puedes cargar cuerpos articulados desde URDF, SDF, MJCF y otros formatos de archivo.

bulletphysics.org

¡GRACIAS!