



PONTIFICIA  
UNIVERSIDAD  
CATÓLICA DE  
VALPARAÍSO

# EIE \_\_\_-\_\_ Robótica e inteligencia artificial

pucv.cl

Módulo 2  
Robótica Móvil S5

Valparaíso, 2022

# ROBÓTICA MÓVIL

## SESIÓN 5

# Robótica móvil

## Introducción

Se le denomina robótica móvil a la rama de estudio que analiza y desarrolla sistemas robóticos con objetivos de desplazamiento. Algunos sistemas robóticos no poseen la capacidad de desplazamiento, aun cuando poseen gran cantidad de actuadores que generan un movimiento en su operación.

Robot  
No-móvil



Robot  
Móvil



# Robótica móvil

## Introducción

En este módulo se abordarán sistemas robóticos que generen una o varias acciones de movimiento para cumplir su objetivo.

- Se analizarán diversos sistemas de movilidad y determinados subsistemas que permiten obtener el desempeño deseado para aplicaciones características.
- Se estudiarán técnicas matemáticas de cálculo para la generación de movimientos acordes a trayectorias y coordenadas deseadas.
- Se analizarán y pondrán a prueba distintos sistemas de movimiento a través del uso de robots con la ayuda del simulador CoppeliaSim.



# Robótica móvil

Un robot móvil está diseñado para cumplir con un objetivo que involucra desplazamiento. Para cumplir con tal objetivo se deben considerar los factores que se presentan en el movimiento de la máquina robótica, tales como obstáculos, irregularidades del terreno, tipo del terreno, agarre, y también aspectos intrínsecos del robot, como autonomía, torque, velocidad, aceleración, tamaño, capacidad de carga, entre muchos otros.

Existe una gran variedad de modos de moverse sobre una superficie sólida, donde se encuentra que los métodos más comunes utilizados en robótica móvil son las ruedas, cadenas y patas.



# Robótica móvil

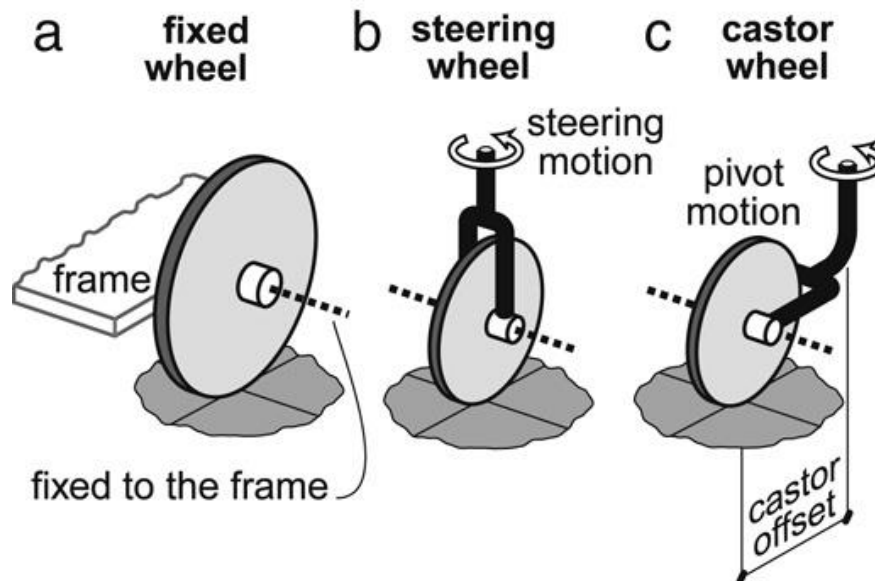
## Diseño con ruedas

El diseño con ruedas puede poseer sistemas que mezclan tipos de uniones a las ruedas, permitiendo generar plataformas móviles con diversas capacidades.

La rueda fija es uno de los más utilizados, donde tal rueda suele poseer la fuerza motriz de manera independiente, generando fácilmente movimientos hacia adelante y atrás.

La rueda tipo volante permite dar dirección al robot sacrificando un desplazamiento necesario para lograr la maniobra.

La rueda con pivote es altamente usada para dar equilibrio y apoyo a robots diferenciales. Este tipo de rueda suele carecer de fuerza motriz.



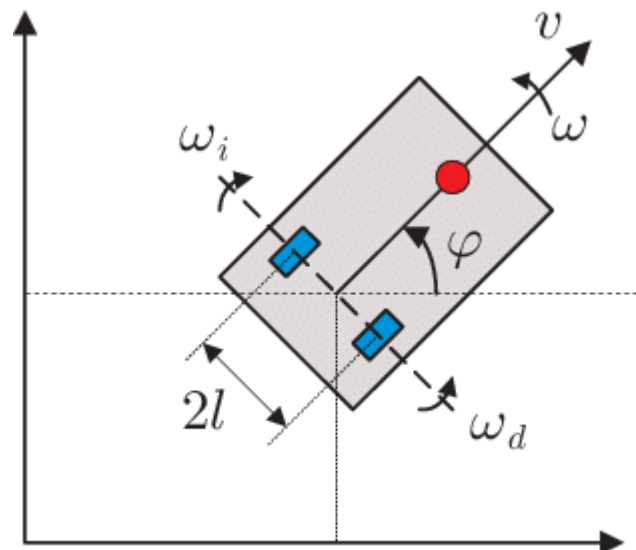
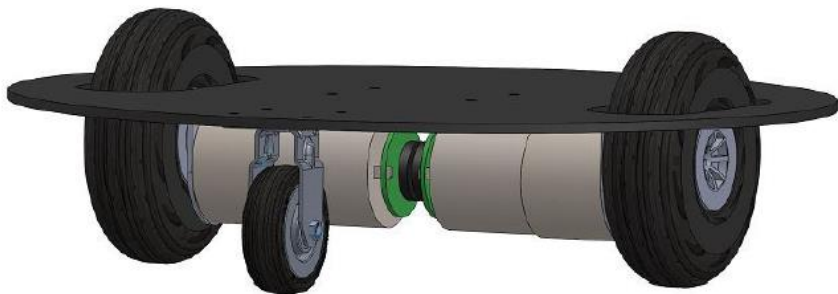
# Robótica móvil

## Diseño con ruedas

### Robot diferencial

Tanto desde el punto de vista de la programación como de la construcción, el diseño diferencial es uno de los menos complicados sistemas de locomoción. El robot puede ir recto, girar sobre sí mismo y trazar curvas.

Un problema importante es cómo resolver el equilibrio del robot, ya que se debe buscar un apoyo adicional a las dos ruedas ya existentes, esto se consigue mediante una o dos ruedas de apoyo añadidas al diseño triangular o romboidal





# Robótica móvil

## Diseño con ruedas

### Robot diferencial

Algunos robots diferenciales incluyen orugas o bandas que permiten realizar movimientos parecidos a un tanque, este sistema de movimiento brinda la capacidad de superar obstáculos y lograr movimientos útiles tales como giros sobre su propio eje. Por otro lado, esta configuración permite prescindir del pivote o rueda de apoyo, dando provecho a dos ruedas independientes que poseen la fuerza motriz.



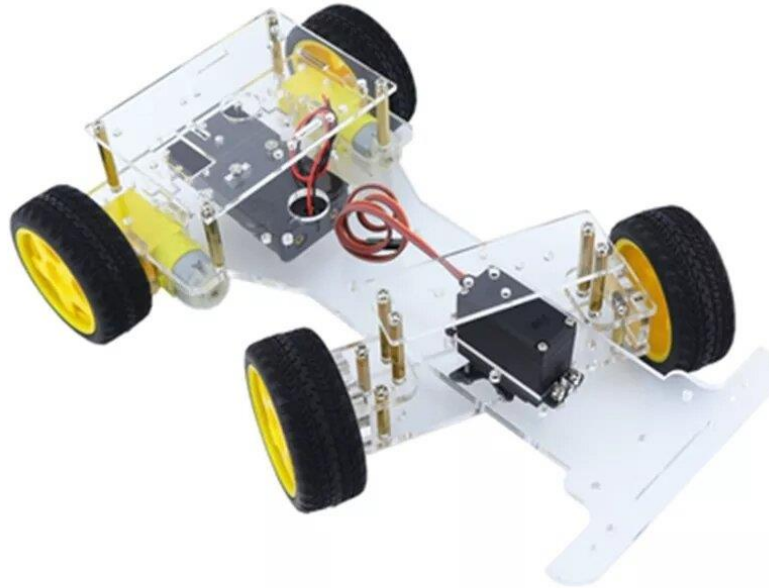


# Robótica móvil

## Diseño con ruedas

### Diseño con volante

El robot con volante posee ruedas direccionales que permiten generar un cambio de dirección en sacrificio de un espacio de desplazamiento necesario para efectuar la maniobra. Este sistema es útil cuando los robots poseen la necesidad de desplazarse a grandes velocidades, otorgando estabilidad en el desplazamiento.

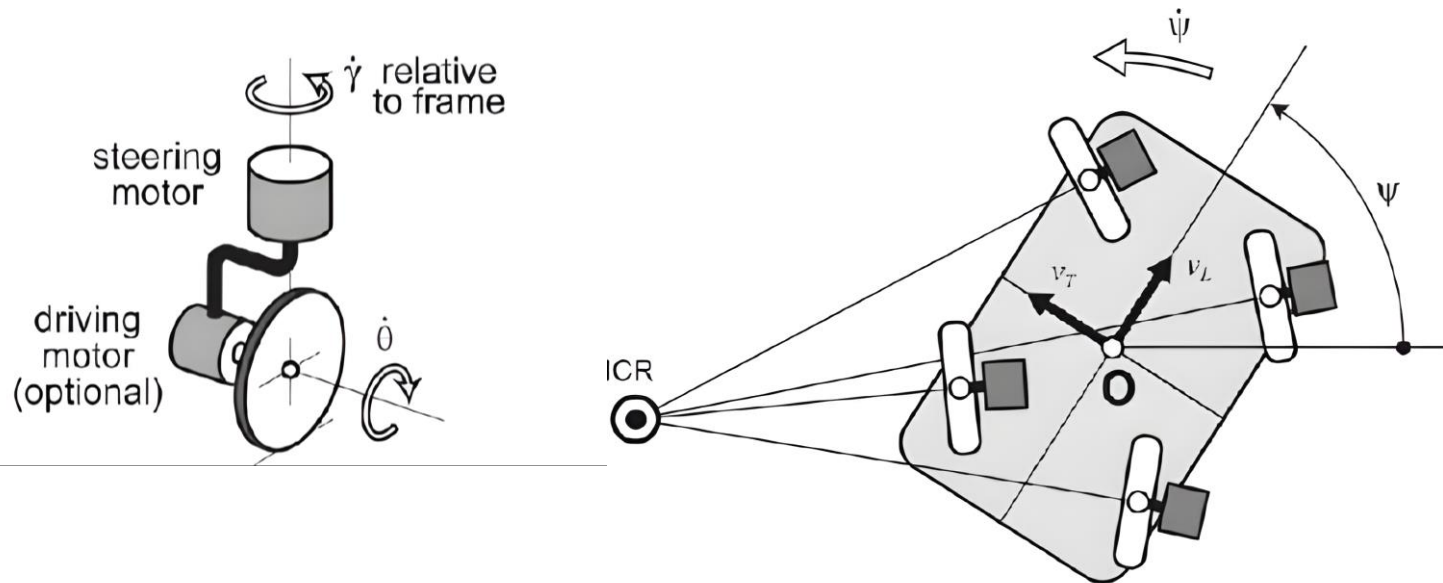


# Robótica móvil

## Diseño con ruedas

Diseño sincronizado o con volante

En este diseño todas las ruedas son tanto de dirección como motrices. Las ruedas están enclavadas de tal forma que siempre apuntan en la misma dirección. Para cambiar la dirección del robot gira simultáneamente todas sus ruedas alrededor de un eje vertical de modo que la dirección del robot cambia, pero su chasis sigue apuntando en la misma dirección

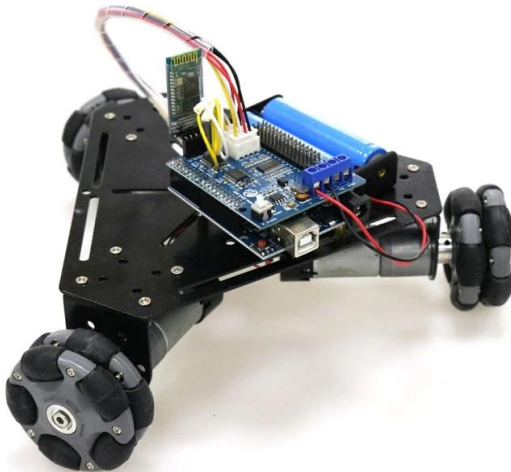


# Robótica móvil

## Diseño con ruedas

### Ruedas omnidireccionales

Las ruedas omnidireccionales poseen una construcción que permite el desplazamiento del robot independiente al cambio de orientación del chasis. Estas ruedas permiten generar movimientos versátiles que pueden ser logrados mezclando sentidos de giros y distintas potencias en ruedas motrices e independientes. Es posible encontrar configuraciones que utilizan 3 o más ruedas omnidireccionales en un mismo robot.

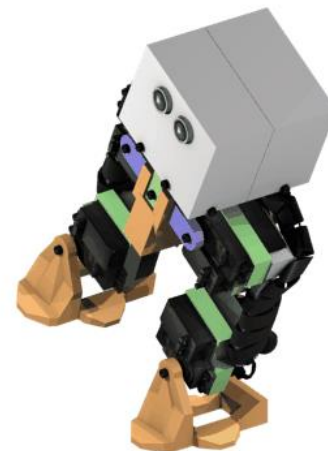


# Robótica móvil

## Diseño con patas

Algunos sistemas de movilidad robóticos utilizan patas o actuadores lineales que permiten superar obstáculos que una rueda no podría superar. Estos sistemas suelen ser más complejos al requerir mayor cantidad de actuadores para lograr el desplazamiento del robot.

La programación de estos actuadores también suele ser más compleja al trabajar con motores que deben alcanzar ángulos en sus ejes y no solo generar giros, como es en el caso de los robots con ruedas



# Robótica móvil

## Diseño con patas (bípedos)

Un robot bípedo busca generar un desplazamiento por medio de dos patas. Este desplazamiento requiere de una gran sincronía entre los actuadores de cada grado de libertad, los cuales brindan equilibrio al sistema robótico. Dependiendo de la aplicación es posible encontrar patas básicas y otras más complejas que generan mayor elaboración y delicadeza al desplazamiento.



# Robótica móvil

## Diseño con patas (cuadrúpedo)

Un robot cuadrúpedo es un robot que implementa cuatro patas para generar movimientos parecidos a un animal, los cuales son útiles para superar ciertos obstáculos y poseer la versatilidad necesaria para corregir su posición y orientación en caso de perturbaciones del entorno.

Nuevamente, este sistema de movilidad se considera complejo en su fabricación y en ejecución de movimientos, ya que requiere una gran sincronización en todos sus actuadores.





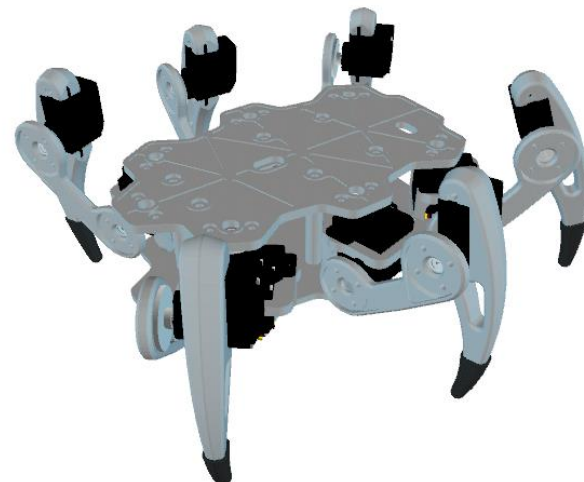
# Robótica móvil

## Diseño con patas (hexápodo)

Los robots móviles tipo hexápodos implementan seis patas para lograr un desplazamiento parecido al de un insecto. Estas patas suelen estar constituidas de al menos tres motores que permitan generar los grados de libertad necesarios para el movimiento de cada pata de forma independiente.

Nuevamente, este sistema se considera un tanto más complejo que el movimiento por ruedas, ya que requiere de una sincronía entre todos sus actuadores.

Una correcta implementación de este movimiento genera una gran estabilidad en el chasis principal del robot, el cual es útil para montaje de dispositivos que requieren tal eficacia como cámaras y contenedores de líquido





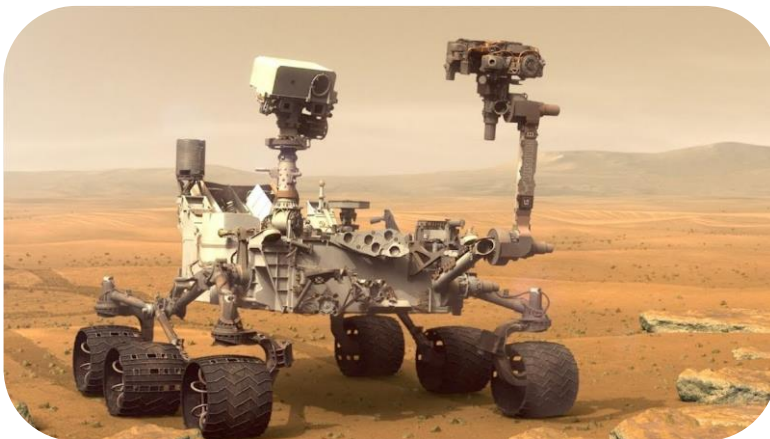
# Robótica móvil

## Diseño con patas y ruedas (sistemas mixtos)

Los robots que implementan patas y ruedas como configuración de actuadores para lograr movimientos suelen ser denominados mixtos, ya que mezclan sistemas de movilidad para dar provecho a las ventajas de cada uno y lograr un objetivo específico.

Estas aplicaciones son consideradas altamente complejas y utilizadas para ciertas actividades que requieren la máxima versatilidad en el desplazamiento robótico.

Algunos robots de exploración altamente elaborados requieren de esta configuración para superar obstáculos del terreno donde se desempeñan y lograr transportar eficazmente el propio peso del sistema robótico.

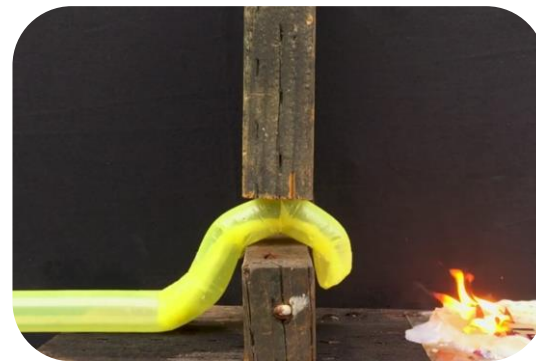
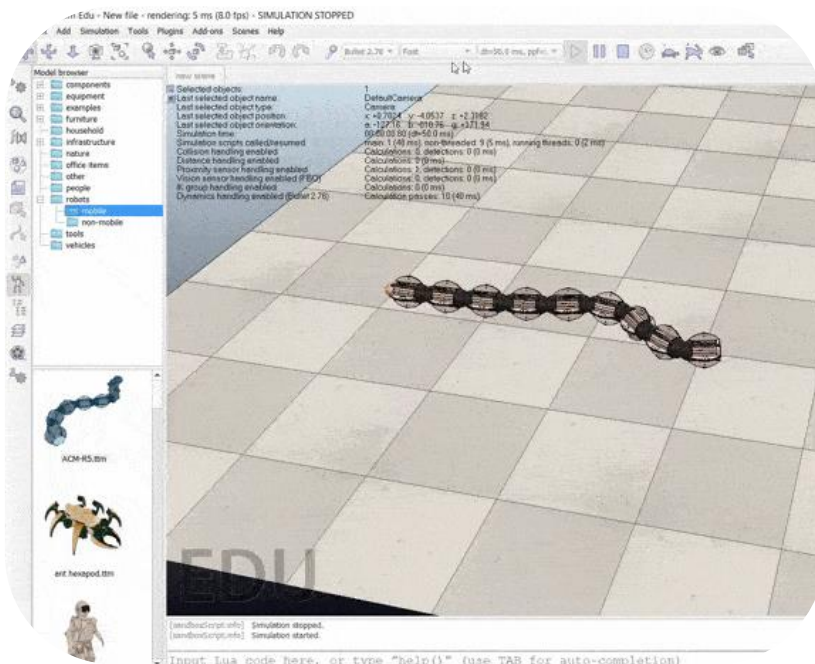


# Robótica móvil

## Sistemas zoomórficos

Los sistemas de movilidad zoomórfica se denominan de esta manera, ya que las máquinas robóticas buscan implementar movimientos que se asimilen al de un animal. Los más comunes son los denominados cuadrúpedos, pero también pueden encontrarse tipo insectos y serpenteantes e incluso acuáticos.

La ventaja de estas configuraciones de movimiento es la superación de obstáculos, donde por ejemplo se pueden utilizar robots de desplazamiento serpenteante Para la internación de robots de rescate entre escombros.



# Robótica móvil

## Excepciones

Algunos sistemas robóticos son excepciones al no identificar fácilmente su sistema de movilidad, en este caso se puede realizar un análisis más profundo para detectar que el principio de movilidad se basa en otros más sencillos.

El robot **Morphex** Implementa una base de movimiento tipo hexápodo y las caras expuestas del cuerpo del robot logran generar una esfera que permite otros tipos de movimiento



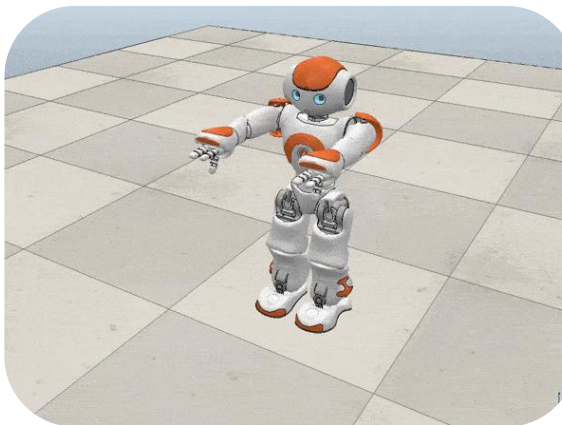
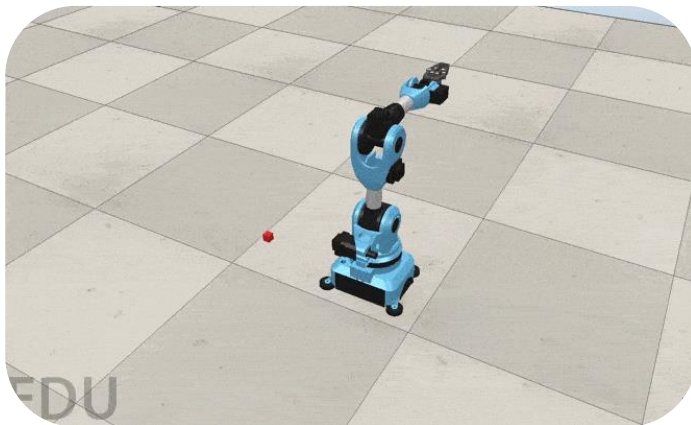
# Introducción al Software

## CoppeliaSim

El software CoppeliaSim presenta gran cantidad de ventajas frente a otros simuladores de robótica útiles para comprender y poner en práctica el análisis y estudio de los contenidos de robótica a tratar en el curso.

CoppeliaSim se enfoca en el cálculo de la movilidad de la máquina, considerando variables físicas cómo gravedad, densidad, peso, índice de roce, torque, aceleración, velocidad, entre muchas otras.

La programación está orientada en el funcionamiento de las articulaciones o actuadores y posee la capacidad de crear escenarios donde el robot pueda cumplir sus funciones y objetivos.



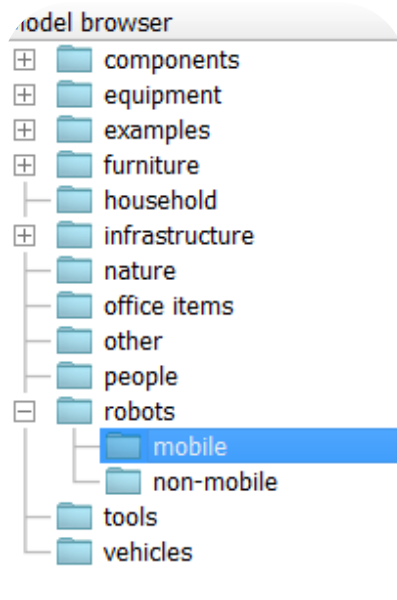
Enlace de descarga: <https://www.coppeliarobotics.com/downloads>

# Introducción al Software

## CoppeliaSim

El software posee una amplia carta de robots pre cargados. Estos pueden ser móviles y no móviles.

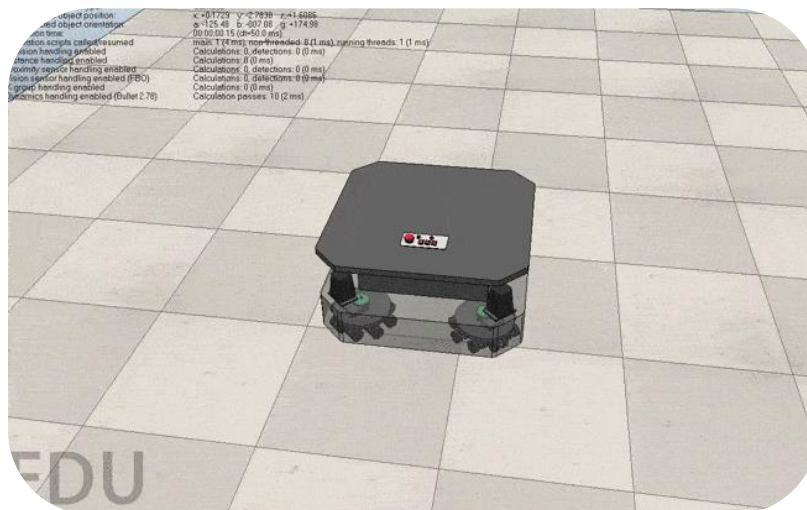
Cada uno de estos modelos tiene un programa que demuestra el funcionamiento del robot.



ACM-R5.ttm



ant hexapod.ttm

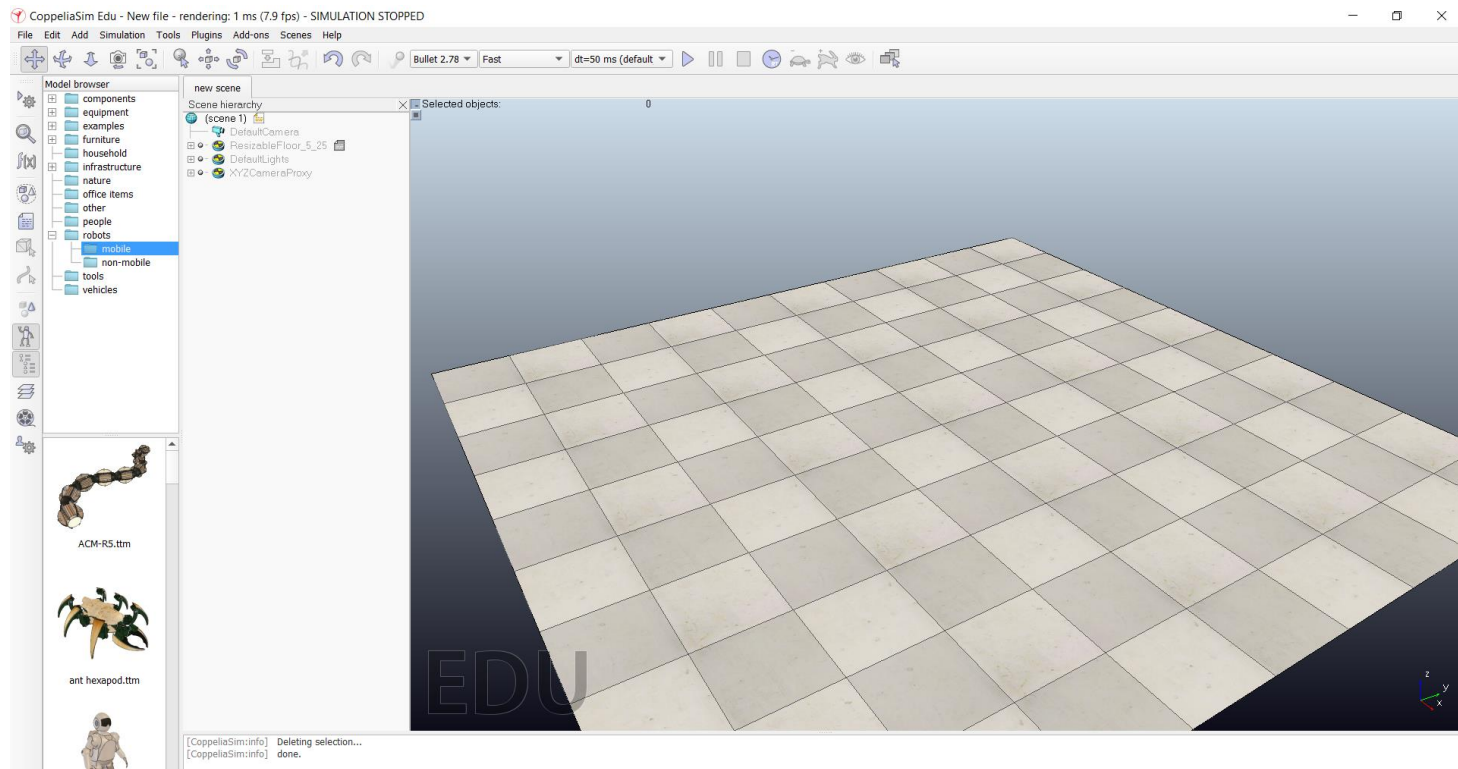




# Introducción al Software

## CoppeliaSim

El entorno de trabajo presenta un escenario donde se podrá confeccionar el sistema robótico a simular, dando una carta de objetos disponibles para posicionar en la escena. Cada objeto robótico posee la capacidad de ser programado para cumplir objetivos determinados.



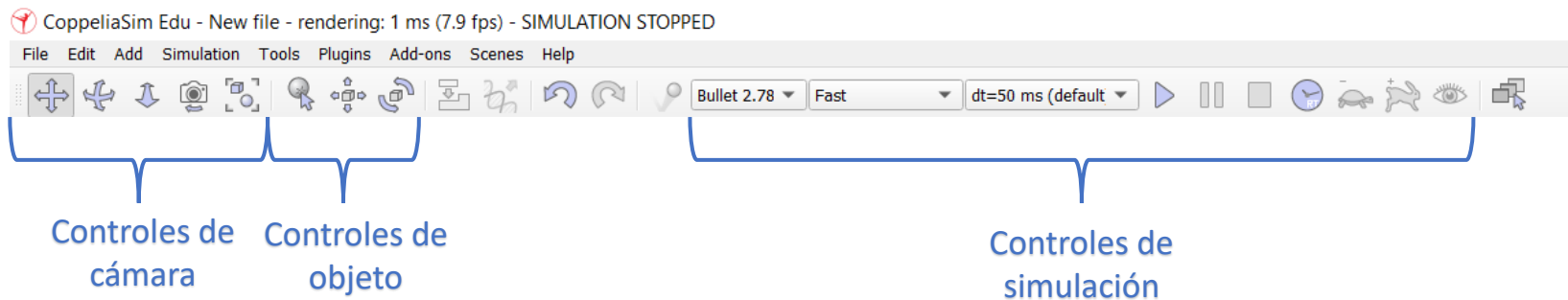
# Introducción al Software

## CoppeliaSim

Los controles del software son intuitivos y permiten controlar la cámara que brinda la visión del escenario.

Los controles del objeto permiten el cambio de posición y orientación del objeto a simular.

Los controles de simulación y ejecución de la rutina programada permiten configurar simulaciones lentas o rápidas y la resolución del tiempo de la simulación.



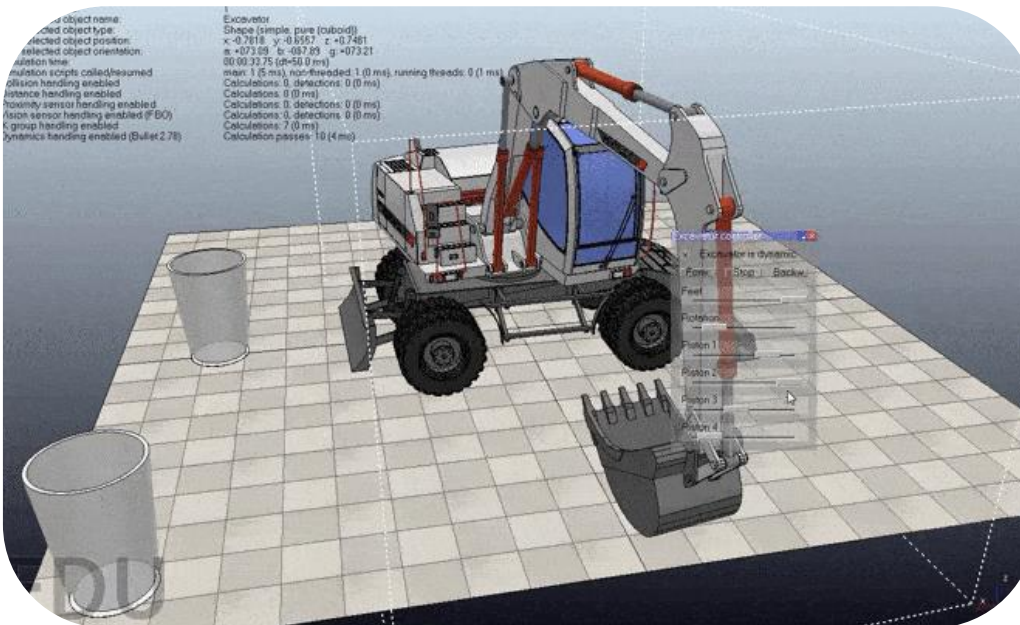


# Introducción al Software

## CoppeliaSim Segunda experiencia

La segunda experiencia busca ejercitar el trabajo con la perspectiva de la Cámara y el movimiento dinámico para cumplir un sencillo objetivo.

El sistema muestra una retroexcavadora que debe ser operada manualmente para encestar la pelota que se encuentra dentro de su pala en 1 de las dos cestas presentes en el escenario.



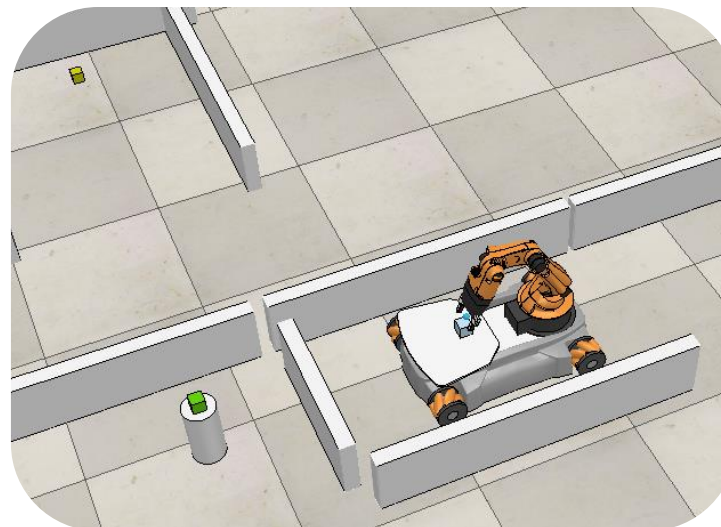
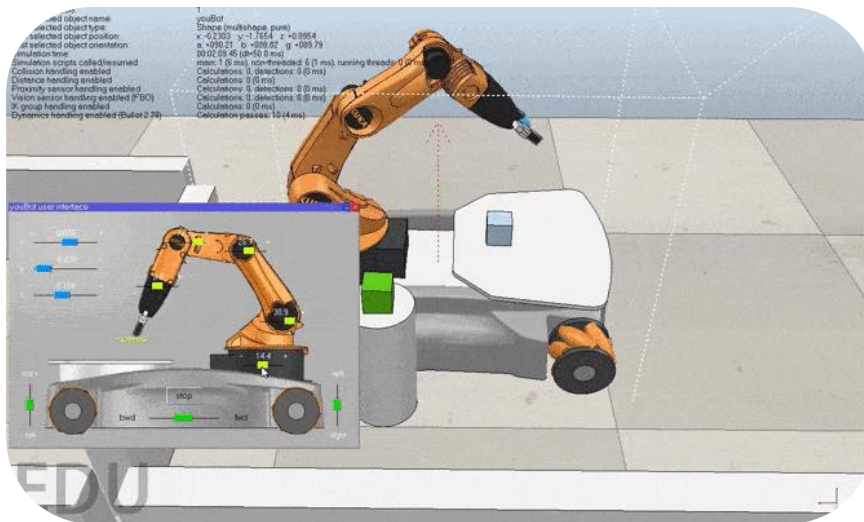
Para que los controles manuales aparezcan se debe seleccionar el objeto “excavator”

# Introducción al Software

## CoppeliaSim Tercera experiencia

La tercera experiencia busca implementar sistemas de movilidad robótica mixtos utilizando las capacidades del robot Kuka youbot el cual posee una plataforma con cuatro ruedas omnidireccionales que brindan desplazamiento, y un brazo poli articulado adosado a su chasis el cual permite interacción con objetos del entorno.

Por medio del control manual del robot se deben recolectar los bloques dispuestos en el escenario.



# Introducción al Software

## CoppeliaSim Tercera experiencia

En esta experiencia se reconoce que la precisión es altamente necesaria. Para lograr tal precisión en el control manual se recomienda adosar al efector final una cámara que brindé una visión en primera persona.

Esta acción es posible al generar un objeto Cámara en el escenario y posicionarlo al final de la estructura jerárquica de uniones del robot.

