



PONTIFICIA
UNIVERSIDAD
CATÓLICA DE
VALPARAÍSO

Robótica e inteligencia artificial

pucv.cl

Módulo 2
Robótica Móvil S11

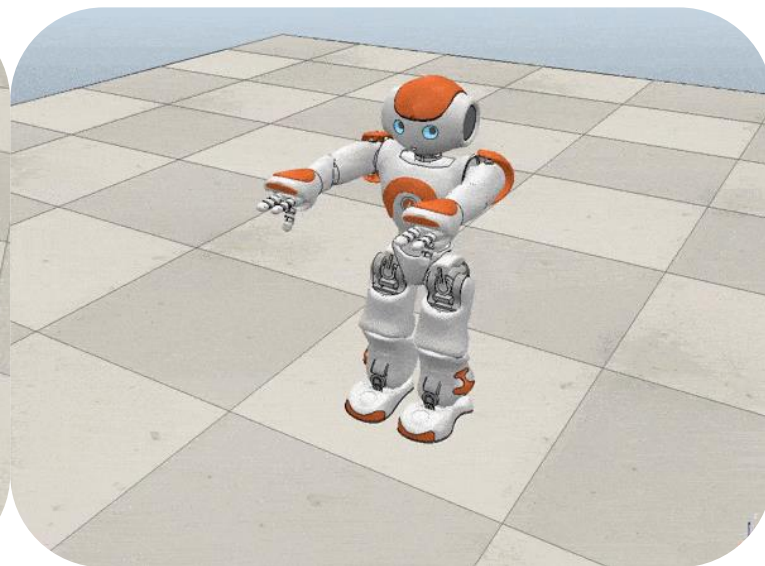
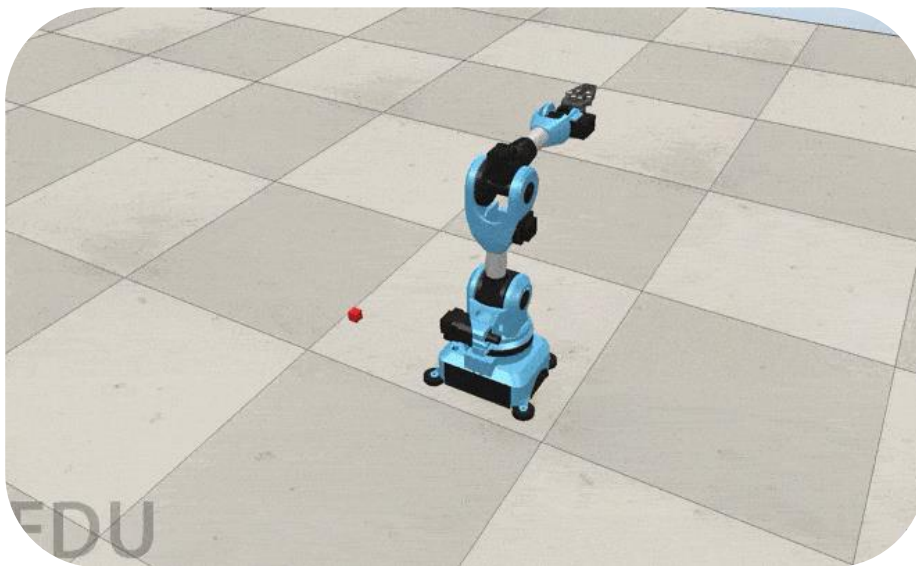
ROBÓTICA MÓVIL

SESIÓN 11

Robótica Móvil

El uso de servomotores o actuadores que obedezcan posiciones en determinados ángulos permite la creación y configuración de diversos sistemas de movimientos. Estos sistemas son altamente utilizados en robots no-móviles o robots a base de extremidades o patas.

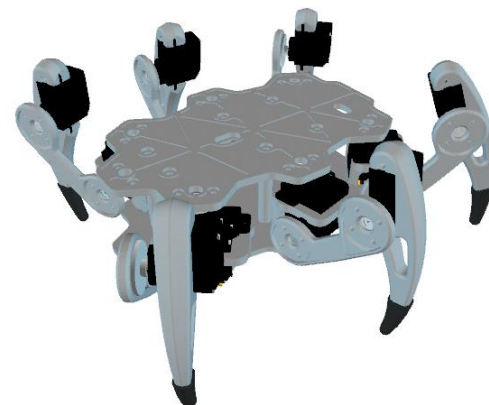
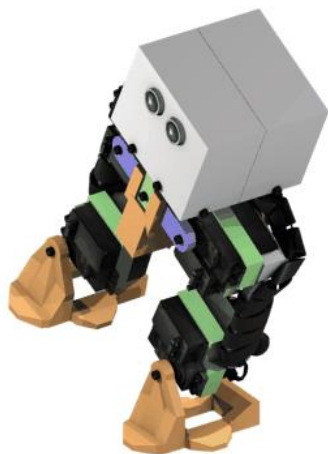
En ambos casos se requiere una gran sincronía en los movimientos de los actuadores de forma simultánea para lograr las trayectorias buscadas.



Robótica Móvil

La robótica móvil que hace uso de estos tipos de actuadores y por ende configuraciones de extremidades y/o patas, es posible encontrar robots de tipo bípedos, cuadrúpedos, hexápodos y otras configuraciones.

Nuevamente, la sincronía del movimiento simultáneo de los motores permite alcanzar el desempeño requerido.



Conceptos de cinemática directa e inversa

Cinemática directa:

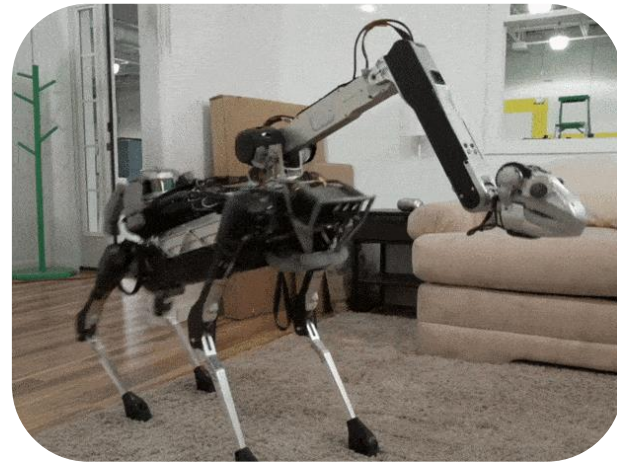
La cinemática directa consiste en determinar cuál es la posición y orientación del extremo final del robot respecto a un sistema coordenado referencial

Cinemática Inversa:

La cinemática inversa consiste en resolver la configuración que debe tomar el robot para determinar una posición y orientación dentro de su espacio de trabajo.



Cinemática
Directa



Cinemática
Inversa

Conceptos de cinemática directa e inversa

Cinemática directa:

La cinemática directa consiste en determinar cuál es la posición y orientación del extremo final del robot respecto a un sistema coordenado referencial.

En resumen, la cinemática directa se encarga de establecer las coordenadas de la trayectoria de cada movimiento con respecto de una referencia base, estableciendo los valores de las variables de cada articulación o grado de libertad del robot.

En la programación es posible encontrar funciones que permitan desplazar el sistema de referencia a las coordenadas de interés.



Conceptos de cinemática directa e inversa

Cinemática inversa:

La cinemática inversa consiste en resolver la configuración que debe tomar el robot para determinar una posición y orientación dentro de su espacio de trabajo.

En resumen, la cinemática inversa Busca determinar las variables de las articulaciones sobradas de libertad del robot sabiendo la coordenada de interés a alcanzar.

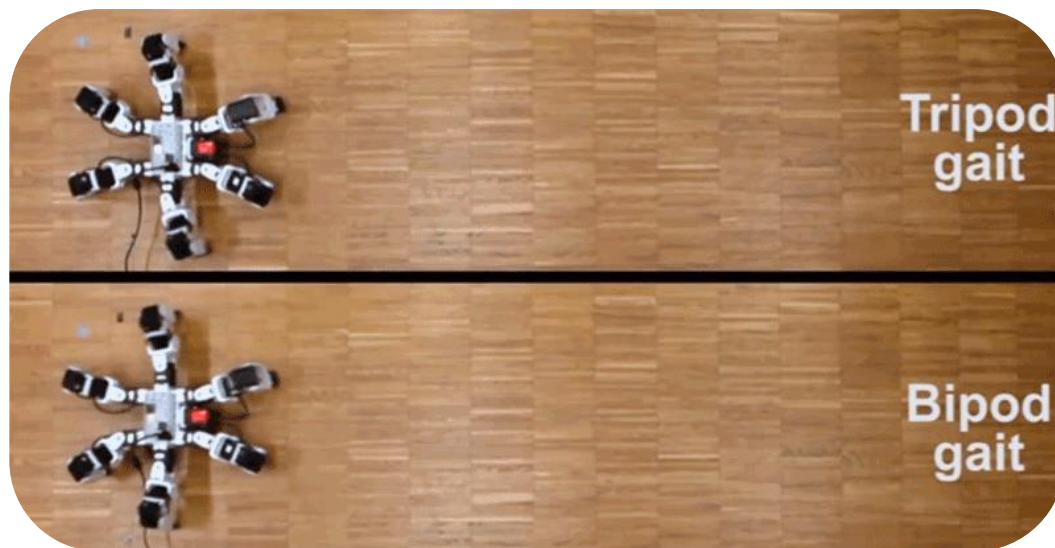
En la programación es posible definir funciones que se encarguen de mantener la coordenada de interés en el espacio y calcular cuáles serán los giros o movimientos de cada grado de libertad.



Robots hexápodos

Para el caso de robots hexápodos donde se cuenta con cuatro patas para el desplazamiento y cada una de estas patas posee 3 motores, se requiere una gran sincronía en el movimiento para poder lograr desplazamientos básicos cómo avanzar, retroceder o girar.

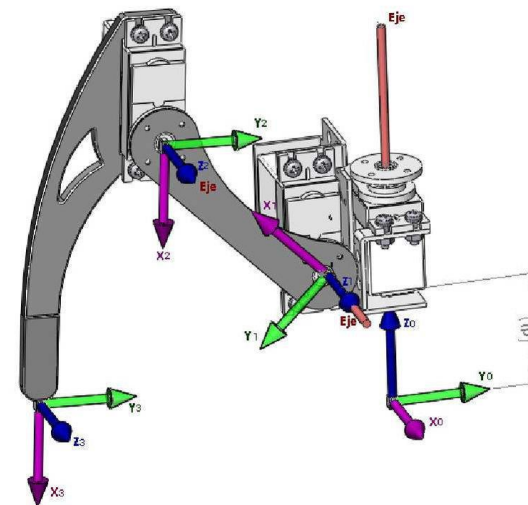
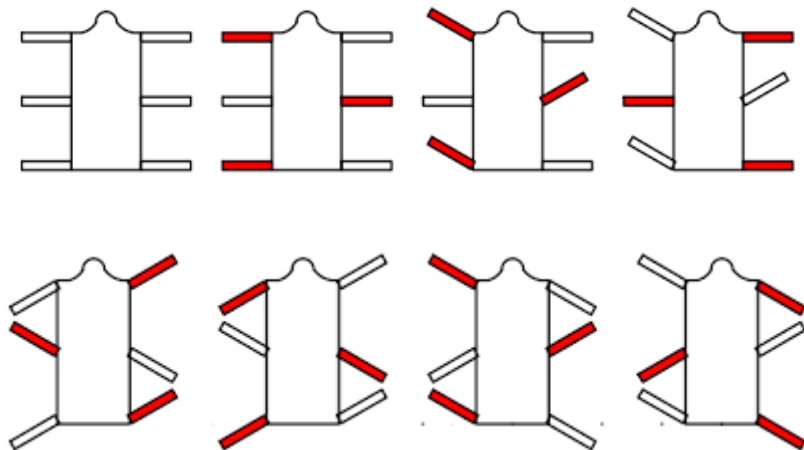
En este tipo de desplazamiento se suele utilizar cinemática directa, ya que se sabe con anterioridad Cuáles son las posiciones de cada pata y en cada momento para lograr una pose del robot para desplazarse.



Robots hexápodos

La programación de cinemática directa permite declarar posiciones o etapas de movimiento para que se realice una secuencia que permita ejecutar un desplazamiento coherente con el objetivo.

Evidentemente, la sincronía del movimiento de los motores de cada pata debe ser bien calculada para que la posición de esta al terminar una secuencia de movimiento se encuentre en el lugar correcto.



Robots hexápodos

El robot puede estar dotado de sensores que permitan decidir sobre distintas secuencias de movimiento, por ejemplo en el caso de que el robot se vuelque y el sensor lo detecte se puede ejecutar una secuencia de corrección de este.

Se pueden programar diversas acciones y tipos de desplazamiento que permitan superar obstáculos en la trayectoria del robot, nuevamente generando una programación con cada movimiento pre cargado.

Movimientos precargados
en un robot hexápodo



Robots hexápodos

En aplicaciones un poco más elaboradas se puede utilizar cinemática inversa para realizar el movimiento de desplazamiento de los robots hexápodos con el objetivo de superar diversos obstáculos.

Para realizar esta operación se requiere un sistema de percepción del entorno. A través de diversos sensores Como presión o cámaras de proximidad se puede identificar el terreno y por ende estimar una coordenada a alcanzar.



Robots cuadrúpedos

Para el caso de robots cuadrúpedos es bastante similar al caso de robots hexápodos, donde los motores o actuadores deben trabajar simultáneamente para lograr la trayectoria deseada de la extremidad.

Este tipo de robot posee menos estabilidad al poseer extremidades más largas y un centro de gravedad comúnmente más elevado que los robots hexápodos. Sus aplicaciones se basan principalmente en la superación de obstáculos.



Robots bípedos

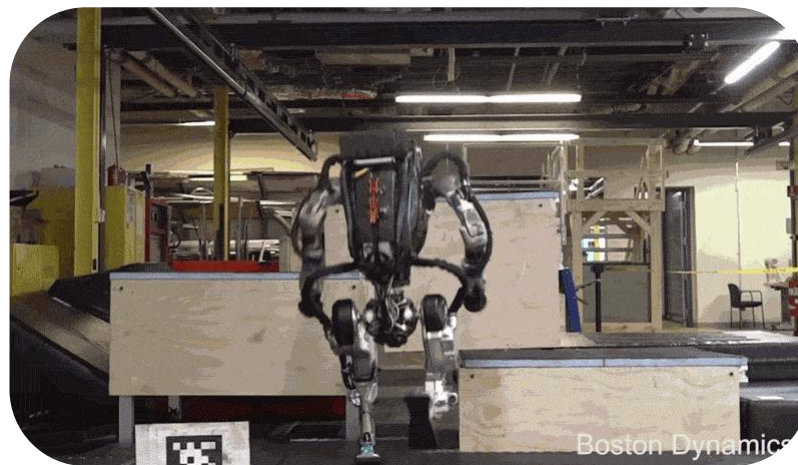
Los robots de desplazamiento bípedo se asemejan al desplazamiento humano buscando versatilidad en terrenos cotidianos como escalones y desniveles. Y a que la morfología del robot posee un centro de gravedad muy elevado, comúnmente se utiliza este desplazamiento para robots asistentes o de interacción humana.

Algunos desplazamientos bípedos bien elaborados requieren gran cantidad de actuadores que se asemeje al funcionamiento de tobillos, rodillas y caderas, permitiendo realizar acciones de corrección para mantener en equilibrio el peso superior de la estructura robótica.



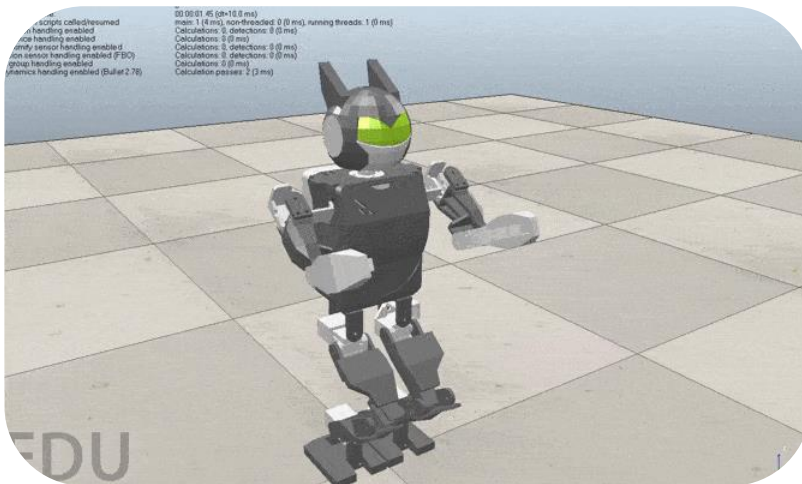
Robots bípedos

En esta categoría de robots también es posible encontrar aplicaciones de cinemática directa en desplazamientos sencillos y cinemática inversa para desplazamientos mucho más elaborados.



Robots bípedos

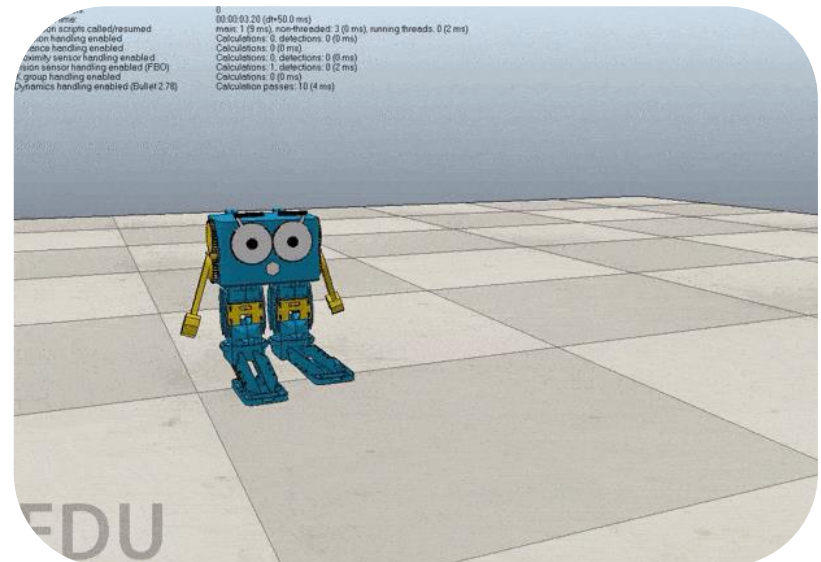
Se considera complejo la programación de un movimiento simultáneo de varios actuadores para el desplazamiento o movimiento de un robot. La coordinación de estos motores o actuadores debe ser muy precisa, ya que un pequeño cambio en un motor puede generar un desplazamiento de los otros. En esta aplicación se requiere gran precisión, ya que solo existen: de apoyos donde sí existe un mínimo error, la máquina robótica puede perder el equilibrio.



Caminata bípeda

Al igual que el desplazamiento de robots hexápodos, es posible realizar un algoritmo de caminata bípeda con una función que permita establecer los ángulos de cada actuador a alcanzar y la ejecución del movimiento de estos en un determinado tiempo, generando etapas de movimiento o acción para llevar a cabo el desplazamiento.

```
MOV(0,10,0,-20,0,8,15,-15,-10,0,0,0,0,0,0,0,0,0,1)
MOV(15,30,-18,-25,-10,8,15,-15,-10,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0.3)
MOV(20,20,-21,5,-15,5,0,-10,10,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0.3)
MOV(20,13,-21,5,-15,5,0,-10,10,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0.1)
MOV(5,25,-30,-20,-10,5,30,-23,0,-10,0,0,0,0,0,0,0,0,0.7)
MOV(5,25,-30,-20,-10,5,30,-23,0,-10,0,0,1000,0,0,1000,0,0,0.7)
```

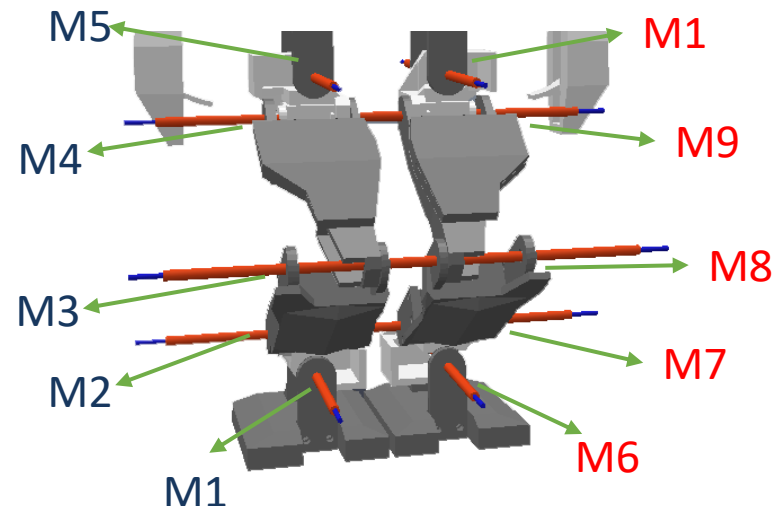
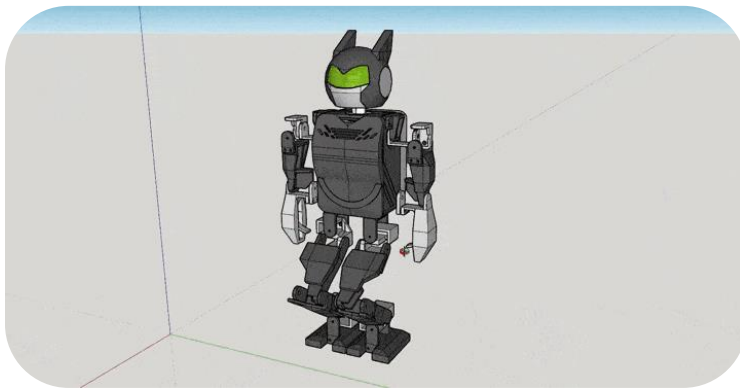


Actividad de aplicación (caminata bípeda)

Se busca programar los parámetros necesarios para realizar una caminata bípeda de un robot humanoide.

El programa implementado no posee retroalimentación de sensores, por lo que cada acción deberá ser realizada al tanteo, estableciendo los ángulos alcanzar en cada motor en un mismo movimiento con una misma duración.

Para el robot humanoide mostrado en la figura se poseen cinco grados de libertad en cada extremidad (pierna), En total se debe mover 10 actuadores para lograr la acción de desplazamiento.



Actividad de aplicación

Actividad de aplicación (caminata bípeda)

Los actuadores que mueven las extremidades tipo, brazos y el cuello suman ocho actuadores, sumando un total de 18 actuadores en el robot. Luego, el código permite establecer el ángulo buscado en cada actuador (de los 18 actuadores simultáneamente) además del sentido de giro de cada uno, sencillamente cambiando su signo. Finalmente, se posee un parámetro de tiempo el cual definirá la rapidez de la ejecución De la línea de código, es decir, el movimiento simultáneo de cada motor.

Para ejecutar una siguiente acción basta con copiar y pegar la línea de código y cambiar los parámetros necesarios.

M1
M3
M5
Duración
movimiento

↓
↓
↓
↓
↓

M2
M4
M18

↓
↓
↓

Acción 1 → `mov (0,10,0,-20,0,8,15,-15,-10,0,0,0,0,0,0,0,0,1)`
 Acción 2 → `mov (15,30,-18,-25,-10,8,15,-15,-10,0,0,0,0,0,0,0,0,0.3)`
 Acción 3 → `mov (20,20,-21,5,-15,5,0,-10,10,0,0,0,0,0,0,0,0,0.3)`
 `mov (20,13,-21,5,-15,5,0,-10,10,0,0,0,0,0,0,0,0,0.1)`
 `mov (5,25,-30,-20,-10,5,30,-23,0,-10,0,0,0,0,0,0,0,0.7)`
 `mov (5,25,-30,-20,-10,5,30,-23,0,-10,0,0,1000,0,0,1000,0,0,0.7)`
 `...`



Actividad de aplicación (caminata bípeda)

Para mantener una posición simplemente se mantiene el ángulo definido en la línea de código.

Es posible implementar estrategias que brinden estabilidad a la estructura robótica, tales como bajar el centro de gravedad y utilizar las extremidades tipo brazos a modo de balance.

Notas y el robot posee plataformas de apoyo muy pequeñas para su estructura, por lo que es propenso a perder el equilibrio fácilmente.

```
while true do  
  
mov (0,10,0,-20,0,8,15,-15,-10,0,0,0,0,0,0,0,0,0,1)  
  
mov (0,15,0,-25,0,0,0,0,-10,0,0,0,0,0,0,0,0,0,1)  
  
end  
end
```

