

Robots Móviles

Tipos de robots móviles y conceptos de locomoción

Otto Colomina
Robots Móviles
Grado Ing. Robótica UA

Índice

Conceptos de locomoción

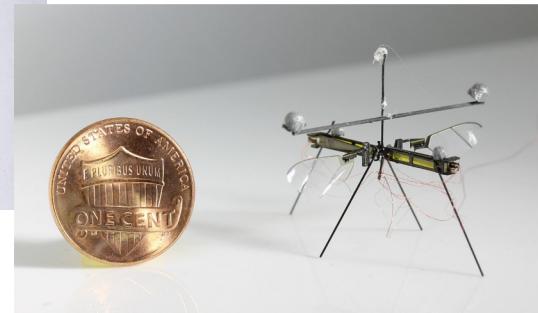
Robots caminantes
Robots voladores
Robots nadadores

Locomoción

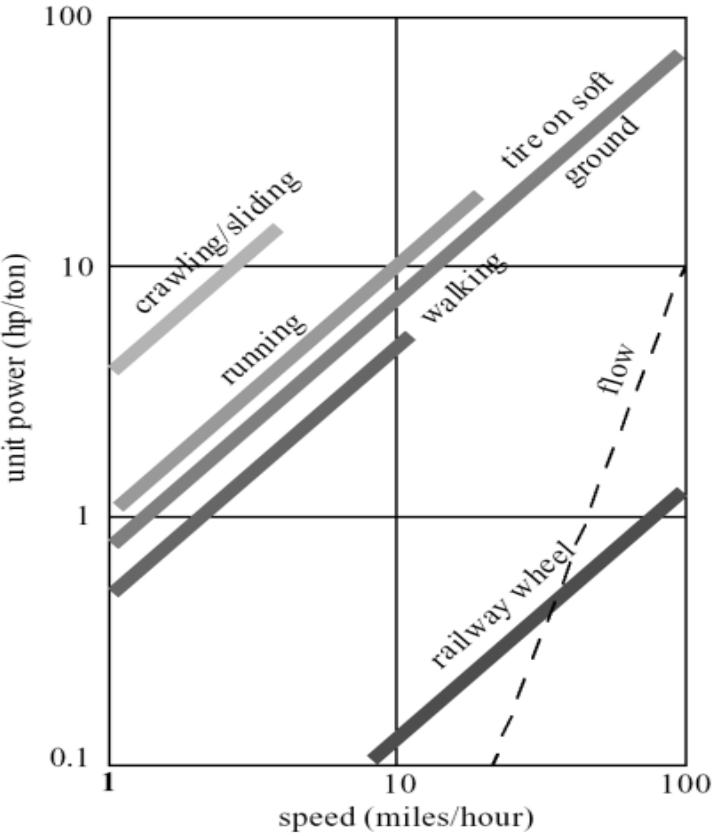
- Interacción física entre el vehículo móvil y su entorno, la forma en la que se desplaza
- Es el complementario del problema de la manipulación
 - En la manipulación el robot está fijo y mueve los objetos
 - En la locomoción el entorno es “fijo” y el robot es el que se mueve

Inspiración biológica

- Casi todos los mecanismos de locomoción de robots están inspirados en la biología



Excepción: la rueda

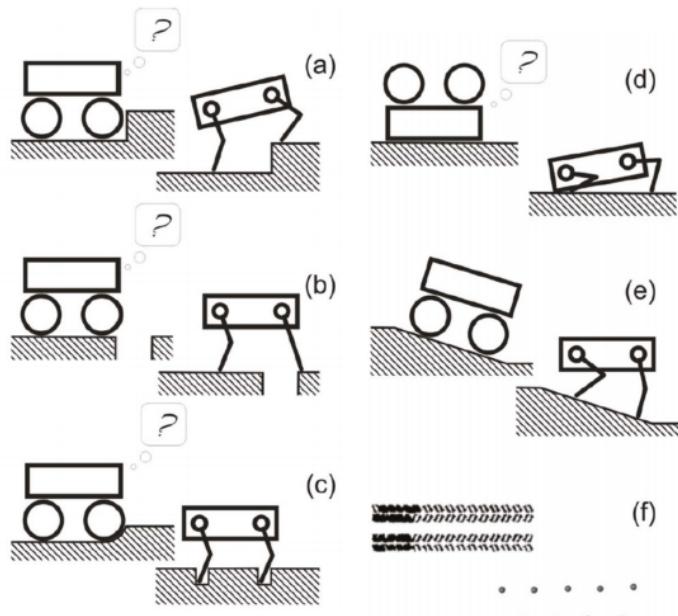
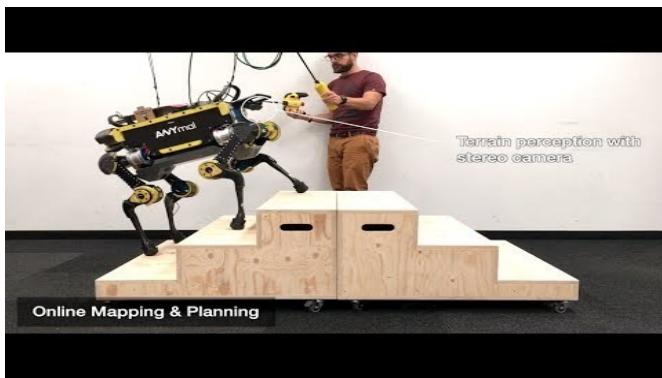


Índice

Conceptos de locomoción
Robots caminantes

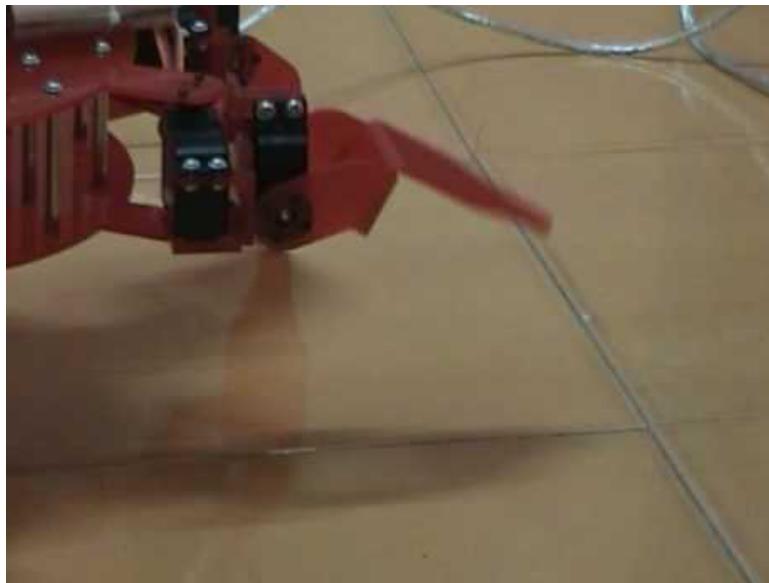
¿Por qué robots caminantes?

- **Ventaja:** se pueden superar obstáculos imposibles con ruedas, ya que solo importa la estabilidad de los puntos de contacto de las patas
- **Problema:** la complejidad mecánica y de control es mucho mayor



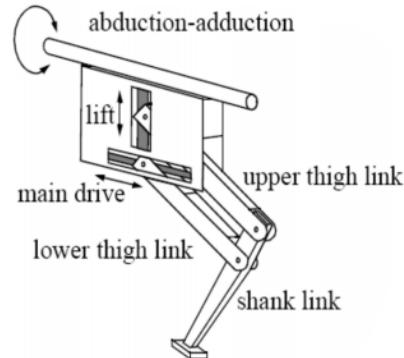
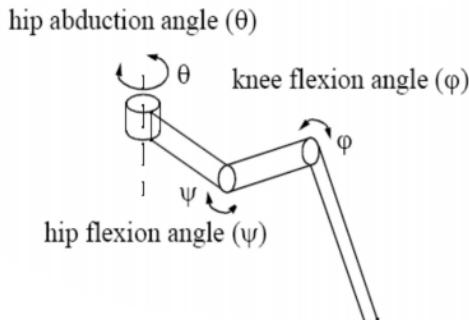
Número de articulaciones (grados de libertad DoF)

- Un mínimo de dos grados de libertad es necesario para desplazar la pierna hacia adelante
 - un movimiento de elevación y balanceo



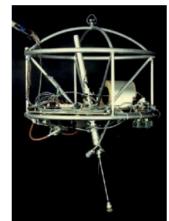
Número de articulaciones (grados de libertad DoF)

- Tres DoF para cada pierna en la mayoría de los casos (por ejemplo, en la imagen de abajo).



- 4º DoF para la articulación del tobillo
 - Puede mejorar la estabilidad al caminar
- Cada DoF adicional aumenta la complejidad del diseño y de la construcción., especialmente del control de la locomoción
- Por comparación, las piernas humanas tienen más de 7 DoF

Según número de patas



1

2

4

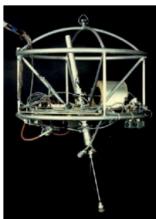
6

8

n

- El número de patas influye en la complejidad mecánica y de control
- Nótese que en la naturaleza los animales con más patas aprenden a andar antes

Según forma de caminar (*gait*)



Raibert Hopper
[http://www.ai.mit.edu/projects/leglab]



Asimo
[http://www.honda.asimo.com]



StarlETH, ETH Zurich



Lauron II, University of Karlsruhe



T8
[http://www.roboglix.com/t8]

1

2

4

6

8

n

dynamic gaits

static gaits

- El robot se caería si de repente se queda parado
- Rápido y eficiente, pero control más complejo
- El robot no cae si de repente se queda parado
- Seguro pero más lento, control más sencillo

Formas de caminar

Estática vs Dinámica

- Polígono de soporte: envolvente convexa cuyos vértices son los puntos de contacto con el suelo
- Para conseguir una forma de andar estática, la proyección de su centro de masas tiene que caer en todo momento dentro del polígono



- Pregunta: ¿Cuál es el número de patas mínimo para que un robot pueda caminar de modo estático?

Secuencias de eventos en el *gait*

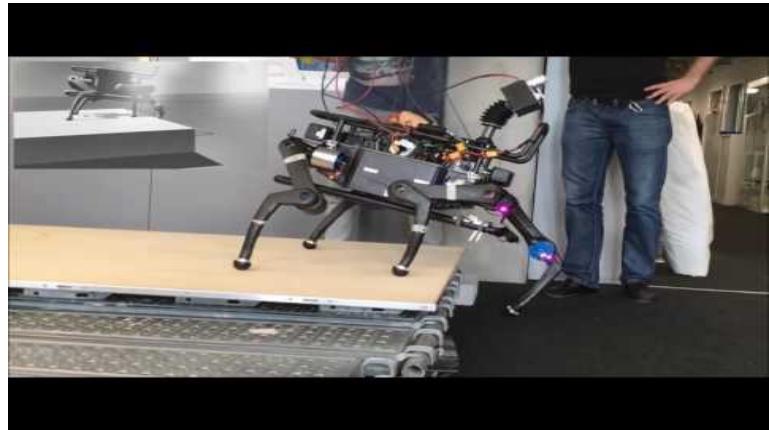
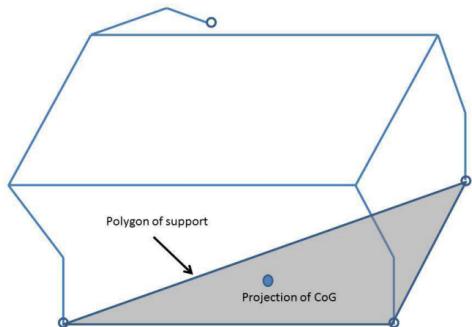
- Un *gait* es una secuencia periódica de eventos (elevar, apoyar) para cada pata
- Una secuencia de eventos “simple” es un cambio de un estado a otro y vuelta al primero
- El número de posibles secuencias de eventos N para un robot caminante con k patas es:

$$N = (2k - 1)!$$

- Para un robot bípedo ($k=2$) es: $N = (2k - 1)! = 3! = 3 \cdot 2 \cdot 1 = 6$
- Para un robot hexápodo es: $N = 11! = 39916800$
- No todas las secuencias tienen interés práctico: las secuencias de interés pueden obtenerse empíricamente del estudio del *gait* en los animales o bien matemáticamente

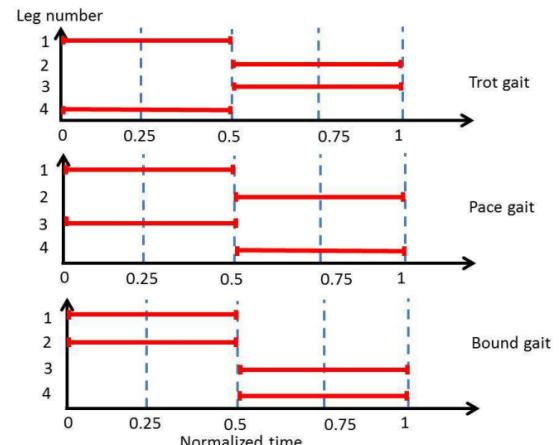
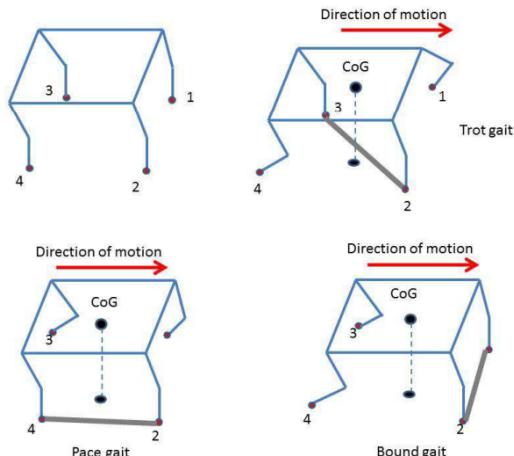
Robots cuadrúpedos: static gait

- También llamado *creeping gait*: mover solo una pata a la vez



Robots cuadrúpedos: dynamic gaits

- Paso, trote, galope: inspirados en los animales cuadrúpedos



Robots cuadrúpedos (Actualmente)

Boston dynamics - Spot



https://youtu.be/Ve9kWX_KXus

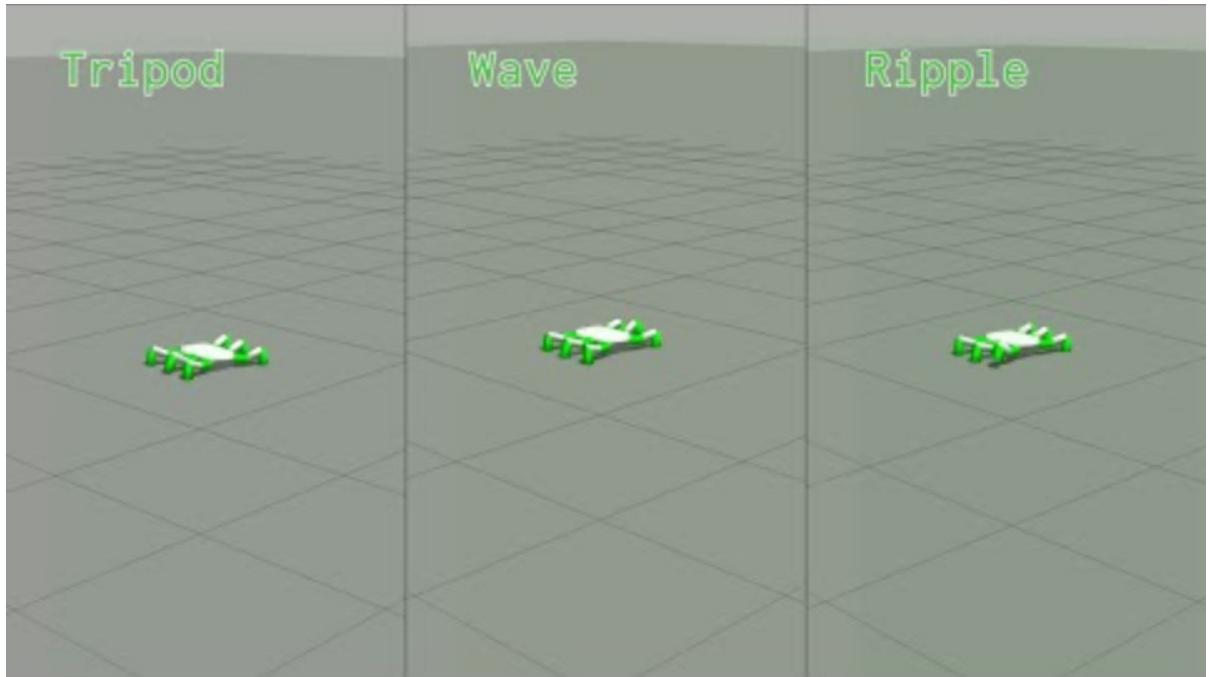
Como curiosidad: el tipo que se ha construido un robot similar al *spot* de Boston Dynamics: <https://hackaday.io/project/171456-diy-hobby-servos-quadruped-robot>



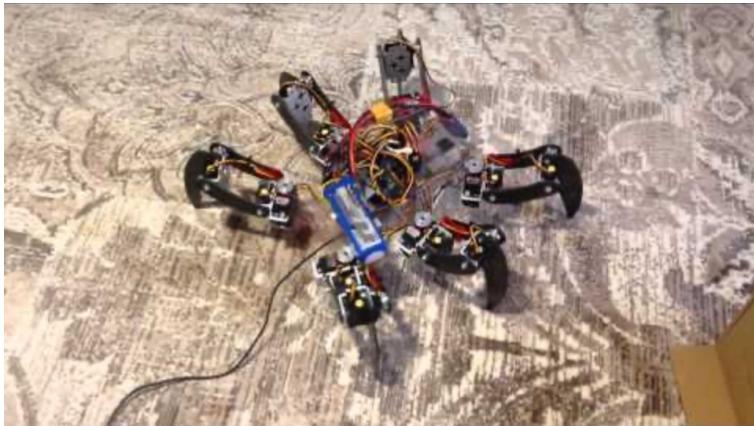
<https://youtu.be/UPIrobjCqL0>

Robots hexápodos

- Tripod gait, Wave gait, Ripple gait



<https://youtu.be/bPzRKIHpLs8>



Wave

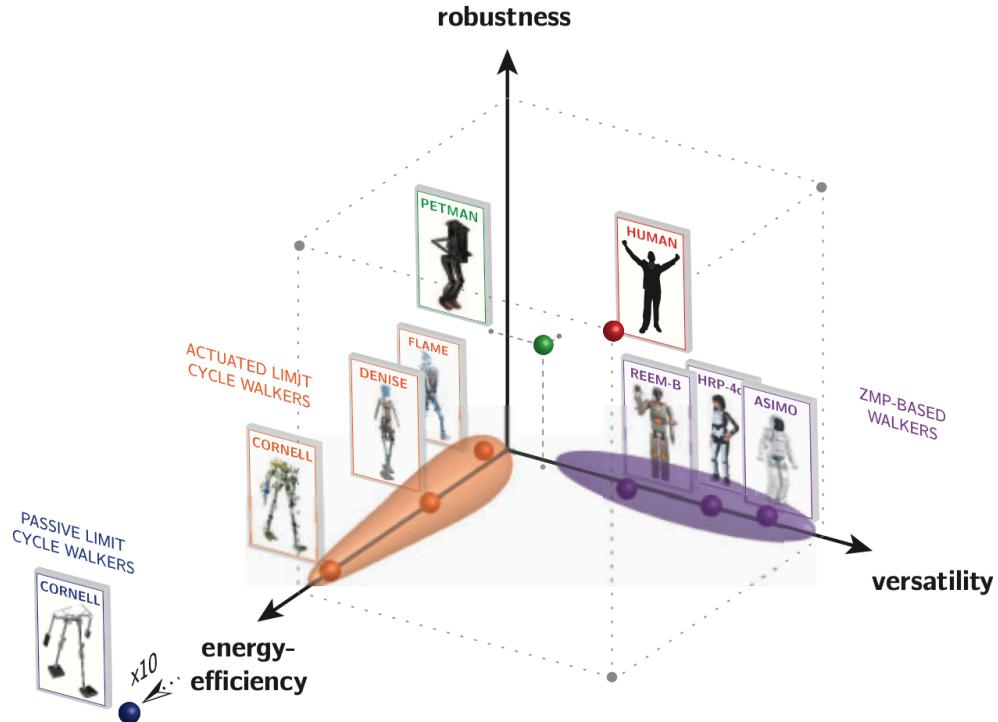
<https://youtu.be/Dlw1XHVvXEY>



Tripod

<https://youtu.be/hDyqtbeffLg>

Robots bípedos

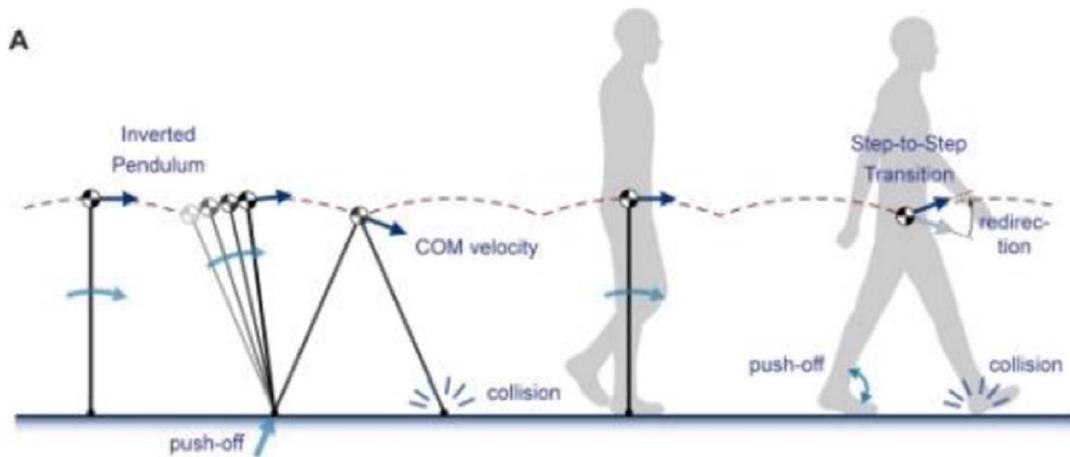


Foot placement in robotic bipedal locomotion, DeBoer

Modelo simplificado de la Locomoción bípeda

Péndulo invertido

- Caminar para un bípedo puede ser representado por el movimiento de un péndulo invertido



Passive walkers

- Buscan la eficiencia energética
- Problema:
 - solo un modo de andar con una sola velocidad,
 - Nada robustos



Cornell Ranger

Total distance:	65.24 km
Total time:	30:49:02
Power:	16.0 W
COT:	0.28

Robots basados en el ZMP

- ZMP: Las fuerzas de reacción del suelo en el pie podrían sustituirse por una única fuerza R, el ZMP es el punto donde actúa

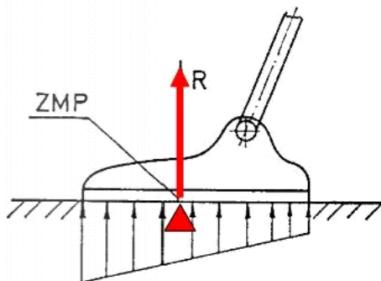


FIG. 1. Zero-moment point (ZMP).

- Mientras que el ZMP esté en el polígono de soporte de la suela, el robot no se caerá => se tiende a andar “con los pies planos”

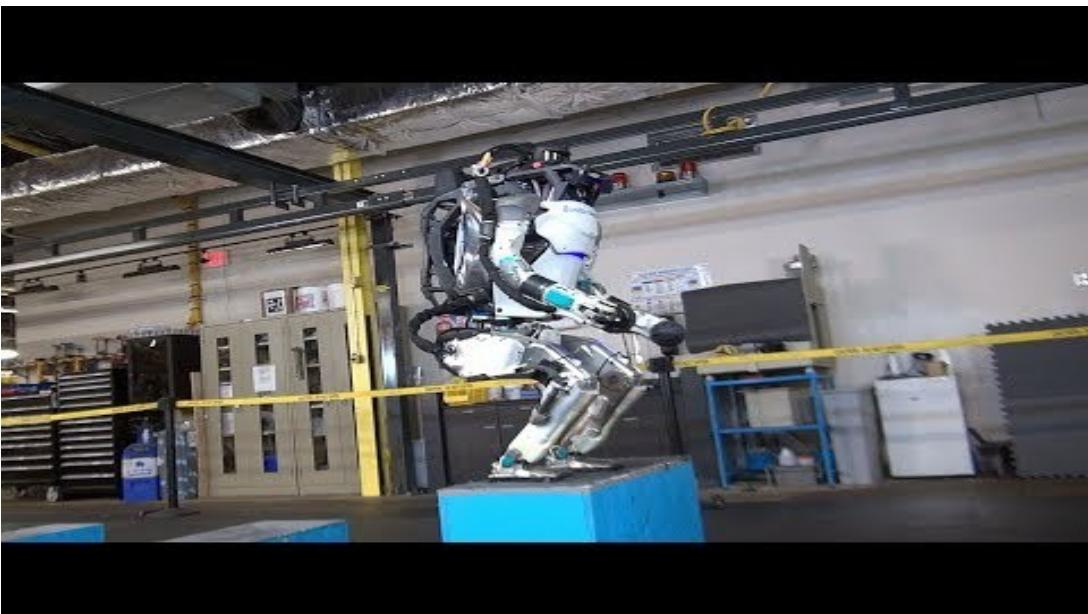
Ejemplo: Honda Asimo

10 años desarrollado en secreto



“Foot placement” robots

- Si el ángulo de la pierna es el adecuado en cada momento se puede conseguir una especie de movimiento periódico
- Gran movilidad
- Petman, Atlas de Boston Dynamics



Robots con piernas (Actualmente)

Boston dynamics - Atlas



Bibliografía

Introduction to Autonomous Mobile robots, 2nd Ed. Roland Siegwart Illah R. Nourbakhsh and Davide Scaramuzza

Cap 2: Locomotion

