

# Razonamiento en robots y arquitecturas de control

---

Robótica

Alberto Díaz y Raúl Lara

Curso 2022/2023

Departamento de Sistemas Informáticos

License CC BY-NC-SA 4.0

# Inteligencia

---

¿Qué es la inteligencia?

- ¿Sumar y restar números grandes? ¿Resolver una ecuación diferencial?
- ¿Saber jugar al GO? ¿Ganar al GO?
- ¿Reconocer a una persona? ¿A un gato?
- ¿Conducir un coche? ¿Una moto? ¿Un avión?
- ¿Ser capaz de andar por la calle sin tropezar con mucha gente alrededor?
- ¿Entender lo que dice una persona? ¿Dobles sentidos? ¿Ironía?

**¿Puede una máquina ser inteligente?**

**¿Somos algo más que datos, reglas y cálculos?**

---

Basic Questions (John McCarthy) - <[www-formal.stanford.edu/jmc/whatsai/node1.htm](http://www-formal.stanford.edu/jmc/whatsai/node1.htm)>

# Algunas definiciones

	Inteligencia humana	Ideal de inteligencia
Razonamiento	Estudio de <b>procesos</b> que posibilitan <b>razonar</b> y <b>actuar</b> . <sup>1</sup>	" <b>Máquinas con mente</b> ", en un sentido literal. <sup>2</sup>
Conducta	Estudio para que un <b>ordenador haga cosas que la gente hace mejor</b> . <sup>3</sup>	<b>Automatización de la conducta inteligente</b> . <sup>4</sup>

- **IA Débil**: Aspectos de comportamiento considerados inteligentes.
- **IA Fuerte**: Un agente artificial puede llegar a sentir y tener mente.

---

<sup>1</sup> Wiston, 1992, <sup>2</sup> Haugeland, 1985, <sup>3</sup> Rich and Knight, 1991, <sup>4</sup> Luger y Stubblefield, 1989

# Elementos relacionados con la Inteligencia

---

La inteligencia es un concepto que se relaciona directamente con:

- **Conciencia**: Tener experiencia subjetiva y pensamiento.
- **Conciencia de sí mismo**: Ser consciente de uno mismo como individuo separado, y ser consciente de los propios pensamientos.
- **Sentencia**: Capacidad de sentir percepciones de forma subjetiva.
- **Sapiencia**: Capacidad de sabiduría.

Existen dos debates destacados desde un plano ético respecto a estos:

1. ¿Son necesarios y/o suficientes para considerar un ente inteligente?
2. ¿Sirven de base para otorgar derechos y deberes a un ente?

# Razonamiento en robots

---

**Razonamiento** : Proceso de inferencia que permite a un agente obtener conocimiento a partir de información previamente adquirida.

En un robot autónomo **el razonamiento lo provee el controlador** .

- Controlador  $\approx$  cerebro de un robot.

Un robot autónomo intenta alcanzar varios objetivos a la vez:

- Comportamientos simples de supervivencia (e.g. no quedarse sin energía)
- Actividades complejas (e.g. jugar al fútbol).

# Balance tiempo/reacción en el control de robots

---

Una reacción debe ser rápida, mientras que el pensamiento es lento.

- Pensar permite planificar cómo evitar situaciones peligrosas o desfavorables.
- Lo malo, pensar mucho puede ser peligroso (e.g. caer en una zanja).

Para "pensar", un robot requiere de mucha información de entornos complejos.

- Son necesarios modelos para representar el entorno del robot

# Niveles de complejidad cognitiva que controlar

---

Control a **bajo nivel** : Tareas simples (e.g. cambiar de marcha en un vehículo).

- Generalmente se tratan de problemas de valores continuos.
- Escalas temporales cortas, de frecuencias mayores a 1 Hz.

Control a **nivel intermedio** : Tareas medias (e.g. cambiar de carril).

- Involucran indistintamente tareas de valor continuo o discreto.
- Escalas temporales medias, del orden de unos pocos segundos

Control a **alto nivel** : Tareas complejas (e.g. planificar una ruta completa).

- Normalmente son problemas de valores discretos.
- Escalas de tiempo grandes, incluso de minutos.

# Arquitecturas de control en robots

---

Principios sobre cómo organizar el sistema de control de un robot.

- ¿Cómo organizar el **razonamiento**, la **representación del entorno** y los componentes de **percepción** y **actuación** de un robot?
- Suelen tener más "enjundia" en el software que en el hardware.

Existen tres tipos principales de arquitecturas de control:

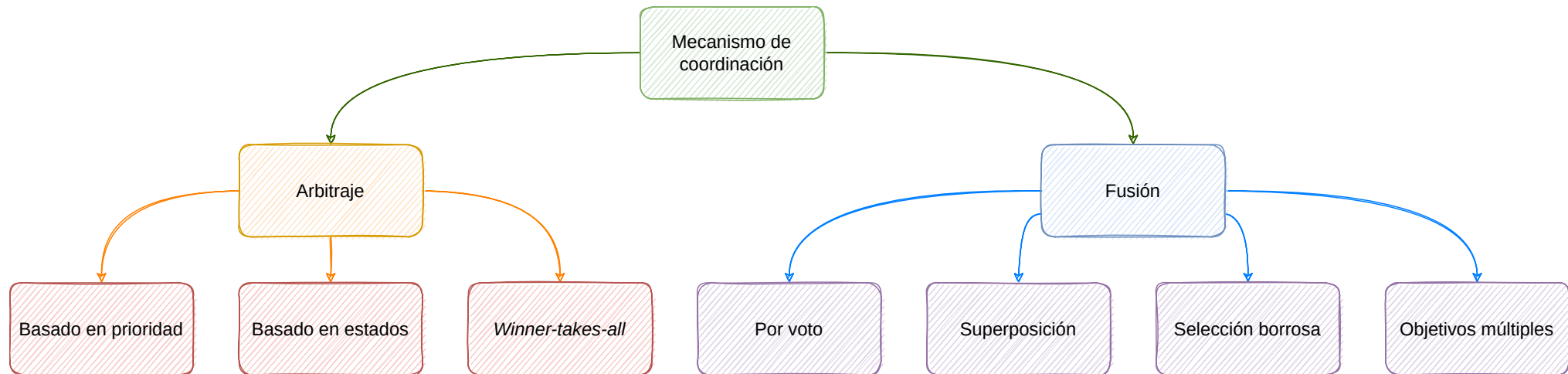
- **Deliberativas** : Decisiones basadas en representaciones simbólicas.
- **Reactivas** : Modelo estímulo-respuesta.
- **Basadas en comportamiento** : Inspiradas en sistemas biológicos.
- **Híbridas** : Formadas por dos o más subarquitecturas.



# Coordinación de comportamientos

Cuando tenemos varios comportamientos, existen dos estrategias principales de coordinación:

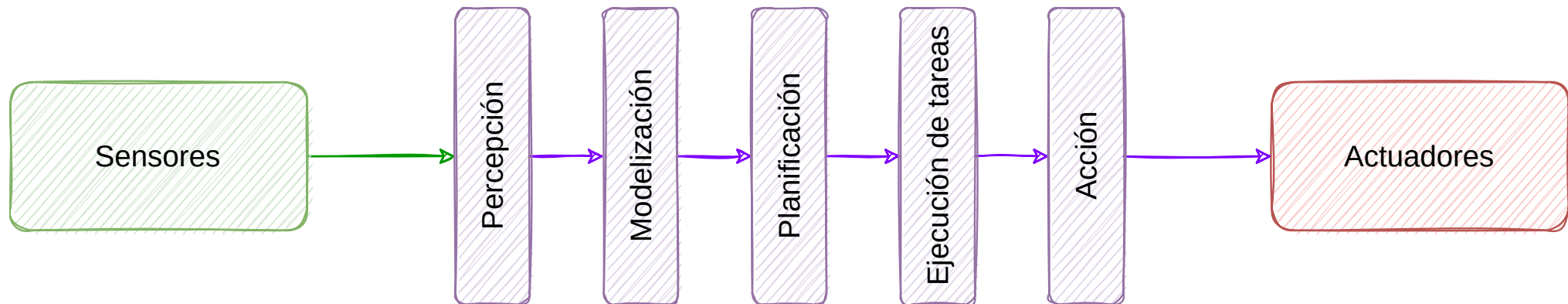
- **Competitiva** (arbitraje): Sólo se selecciona la salida de un comportamiento.
- **Cooperativa** (fusión): Se combinan las salidas de varios comportamientos.



# Arquitectura de control deliberativa

---

- Es intrínsecamente secuencial.
- La planificación requiere de una búsqueda (lenta) y mucha memoria.
- Requiere un modelo del mundo, cuanto más preciso mejor.



# Inconvenientes de las arquitecturas deliberativas

---

Estas arquitecturas tienen varios inconvenientes, entre los que se encuentran:

- **Modelizar** el entorno es muy **costoso** en términos de **tiempo** y **memoria**.
- La **planificación no lineal** es **intratable** (es un problema NP-completo)
- La **retroalimentación** a través del modelo del entorno es **complicada**.
- Una única línea entre una detección y su actuación.
- Enfoque muy general, **pobre** para muchas **tareas específicas**.
- **Pasar representaciones** entre diferentes componentes es **costoso**.

# Una pausa para reflexionar

---

La arquitectura de control de una mosca, ¿es deliberativa o reactiva?

## Deliberativa

- Crea un modelo del entorno por el que navega.
- Se plantea la naturaleza de las amenazas.
- Analiza la idoneidad de plantar huevos en heces.
- Delibera sobre cómo aterrizar en superficies irregulares.

## Reactiva

- Sensores y actuadores están estrechamente conectados.
- Patrones de comportamiento aprendidos, no planificados.
- Técnicas de navegación sencillas (casi deterministas).
- Miles de receptores visuales simples conectados al cerebro.

Para navegar por un entorno, ¿quién lo hace mejor, una mosca o un dron?

# Arquitectura de control reactiva

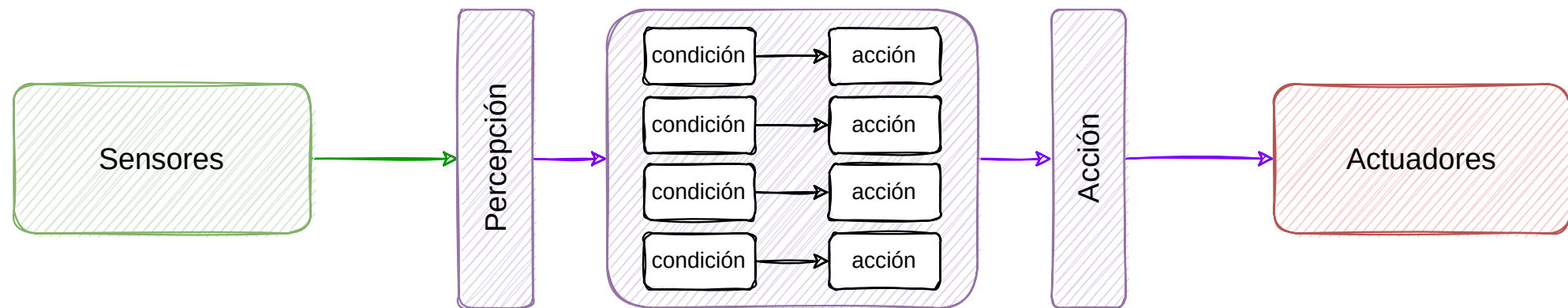
---

Al igual que no hay animales de propósito general...

- ¿Por qué deberían existir robots de propósito general?

Es un punto de vista opuesto al de las arquitecturas deliberativas:

- Se basan esencialmente en mapas de estímulo-respuesta, sin planificaciones.



# Características de las arquitectura reactivas

---

- **No requieren** de **modelo de entorno** ni de **planificación** de ningún tipo.
- Sí necesitan **mecanismos** de **retroalimentación** , a poder ser **cortos** .
- **Mapas de estímulo-respuesta** , por lo que son **intrínsecamente paralelas** .
- **Muy específico** , es decir, bueno en una o dos tareas concretas.
- **No** se pasan **representaciones entre componentes** .

# Arquitectura basada en comportamiento (BBR)

---

Utilizar los sistemas biológicos como modelo.

- Enfoque clásico: Usa un camino basado en **representaciones internas**.
- Enfoque moderno: **Adaptabilidad**, sin depender de cálculos preestablecidos.

Muchos de los sistemas basados en comportamiento son también **reactivos**:

- **No necesitan modelar entorno**, toda información la obtienen de sus sensores.
- Esa información la usa para **corregir gradualmente sus acciones**.

Esas arquitecturas muestran acciones en apariencia más biológica.

- De hecho las comparaciones entre BBR e insectos son muy frecuentes
- Algunos investigadores lo consideran un **ejemplo de IA débil**.

**¡GRACIAS!**