

Problemas

Arq. Basadas en el Conocimiento



Introducción a la Robótica Inteligente

Álvaro Gutiérrez
5 de marzo de 2025

a.gutierrez@upm.es
www.robolabo.etsit.upm.es

- ❶ Problemas Arquitecturas Basadas en el Conocimiento
 - Problema del Marco
 - Problema del Anclaje del Símbolo
 - Problema del homúnculo

- ❷ Arq. Basadas en el Comportamiento

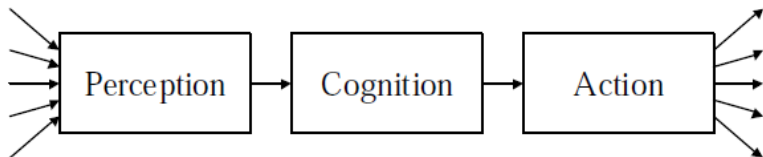
1 Problemas Arquitecturas Basadas en el Conocimiento

Problema del Marco

Problema del Anclaje del Símbolo

Problema del homúnculo

2 Arq. Basadas en el Comportamiento



- ▶ Percepción y acción mediadas por el conocimiento explícito (símbolos) → **Cognitivismo**
 - ▶ Problema del Marco
 - ▶ Problema del Anclaje del Símbolo
 - ▶ Problema del Homúnculo

1 Problemas Arquitecturas Basadas en el Conocimiento

Problema del Marco

Problema del Anclaje del Símbolo

Problema del homúnculo

2 Arq. Basadas en el Comportamiento

$paint(x, c) \rightarrow colour(x, c)$

$move(x, p) \rightarrow position(x, p)$

$paint(x, c) \rightarrow colour(x, c)$
 $move(x, p) \rightarrow position(x, p)$

$colour_0(A, red)$, $position_0(A, house)$
 $paint(A, blue)$
 $move(A, garden)$

$paint(x, c) \rightarrow colour(x, c)$
 $move(x, p) \rightarrow position(x, p)$

$colour_0(A, red)$, $position_0(A, house)$
 $paint(A, blue)$
 $move(A, garden)$

$colour_1(A, blue)$ and $position_1(A, garden)??$

$paint(x, c) \rightarrow colour(x, c)$
 $move(x, p) \rightarrow position(x, p)$

$colour_0(A, red)$, $position_0(A, house)$
 $paint(A, blue)$
 $move(A, garden)$

~~$colour_1(A, blue)$~~ and $position_1(A, garden)$

$paint(x, c) \rightarrow colour(x, c)$
 $move(x, p) \rightarrow position(x, p)$

$In_0(Pepe) , \neg In_0(Juan) , \neg In_0(Jose)$

$colour_0(A, red) , position_0(A, house)$
 $paint(A, blue)$
 $move(A, garden)$

~~$colour_1(A, blue)$~~ and $position_1(A, garden)$

$paint(x, c) \rightarrow colour(x, c)$
 $move(x, p) \rightarrow position(x, p)$

$colour_0(A, red)$, $position_0(A, house)$
 $paint(A, blue)$
 $move(A, garden)$

~~$colour_1(A, blue)$~~ and $position_1(A, garden)$

$In_0(Pepe)$, $\neg In_0(Juan)$, $\neg In_0(Jose)$
 $Enter(Jose)$

$paint(x, c) \rightarrow colour(x, c)$
 $move(x, p) \rightarrow position(x, p)$

$colour_0(A, red)$, $position_0(A, house)$
 $paint(A, blue)$
 $move(A, garden)$

~~$colour_1(A, blue)$~~ and $position_1(A, garden)$

$In_0(Pepe)$, $\neg In_0(Juan)$, $\neg In_0(Jose)$
 $Enter(Jose)$

$In_1(Pepe)$, $\neg In_1(Juan)$, $In_1(Jose)??$

$paint(x, c) \rightarrow colour(x, c)$
 $move(x, p) \rightarrow position(x, p)$

$colour_0(A, red)$, $position_0(A, house)$
 $paint(A, blue)$
 $move(A, garden)$

~~$colour_1(A, blue)$~~ and $position_1(A, garden)$

$In_0(Pepe)$, $\neg In_0(Juan)$, $\neg In_0(Jose)$
 $Enter(Jose)$

~~$In_1(Pepe)$~~ , ~~$In_1(Juan)$~~ , $In_1(Jose)$

$paint(x, c) \rightarrow colour(x, c)$
 $move(x, p) \rightarrow position(x, p)$

$colour_0(A, red)$, $position_0(A, house)$
 $paint(A, blue)$
 $move(A, garden)$

~~$colour_1(A, blue)$~~ and $position_1(A, garden)$

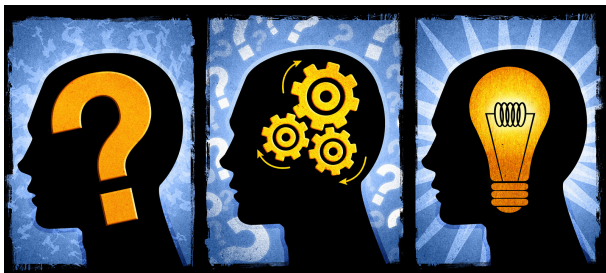
$paint(x, c) \rightarrow position_1(x, p)$, if $position_0(x, p)$
 $move(x, p) \rightarrow colour_1(x, c)$, if $colour_0(x, c)$

$In_0(Pepe)$, $\neg In_0(Juan)$, $\neg In_0(Jose)$
 $Enter(Jose)$

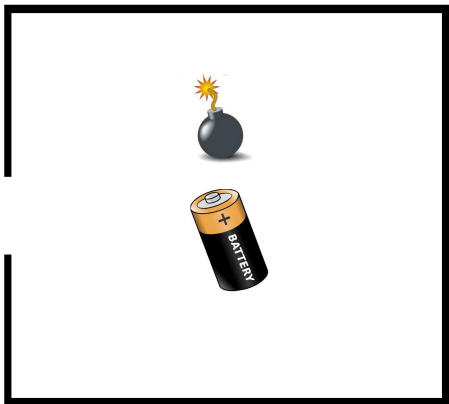
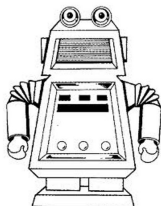
~~$In_1(Pepe)$~~ , ~~$\neg In_1(Juan)$~~ , $In_1(Jose)$

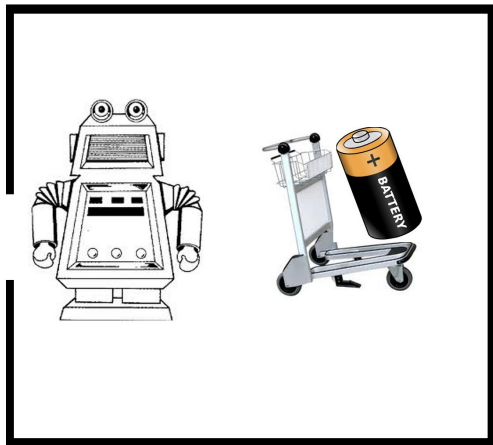
$Enter(x) \rightarrow \neg In_1(y)$, if $\neg In_0(y) \mid \forall y \neq x$
 $Enter(x) \rightarrow In_1(y)$, if $In_1(y) \mid \forall y \neq x$

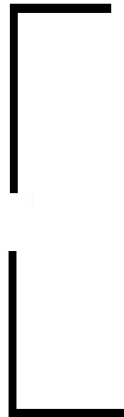
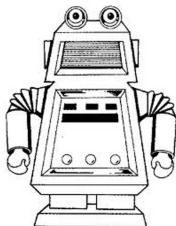
- ▶ Problema de la parada
- ▶ ¿Cuales son las implicaciones relevantes de mis acciones?
- ▶ ¿Cuando debo dejar de predecir las implicaciones de mis actos?
- ▶ ¿Cuando debo actuar?

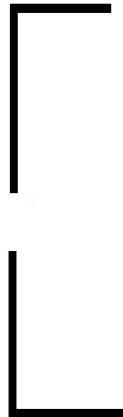
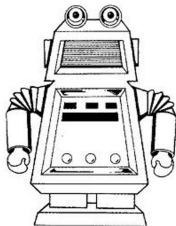


- ▶ R1
 - ▶ Buscar batería
 - ▶ Recoger batería

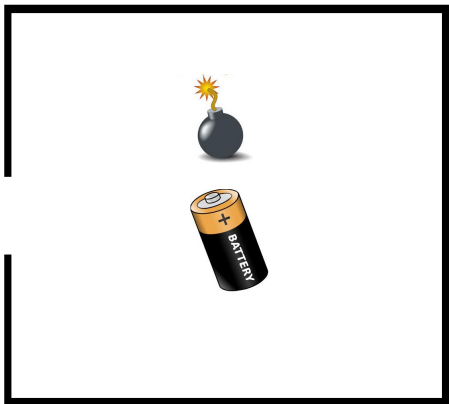
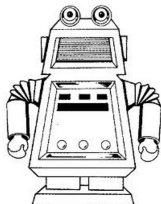




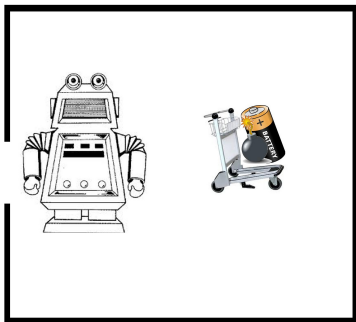




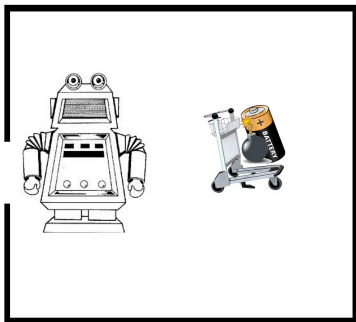
- ▶ R1D1
 - ▶ Buscar batería
 - ▶ Recoger batería
 - ▶ Implicaciones de las acciones



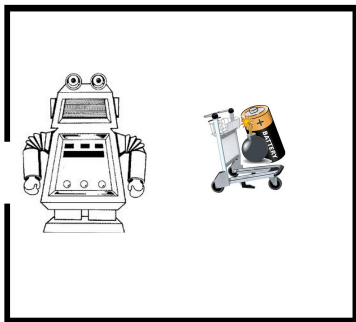
- Empujo carro → batería se mueve



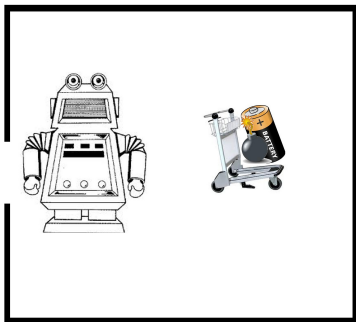
- ▶ Empujo carro → batería se mueve
- ▶ Empujo carro → bomba se mueve



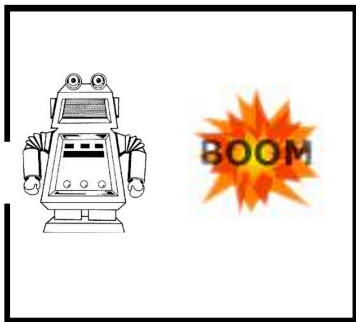
- ▶ Empujo carro → batería se mueve
- ▶ Empujo carro → bomba se mueve
- ▶ Empujo carro → la puerta no cambia de sitio



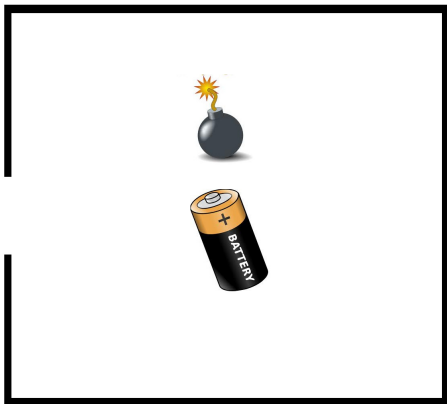
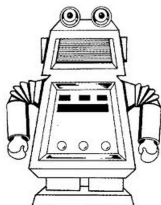
- ▶ Empujo carro → batería se mueve
- ▶ Empujo carro → bomba se mueve
- ▶ Empujo carro → la puerta no cambia de sitio
- ▶ Empujo carro → el color de la habitación no cambia



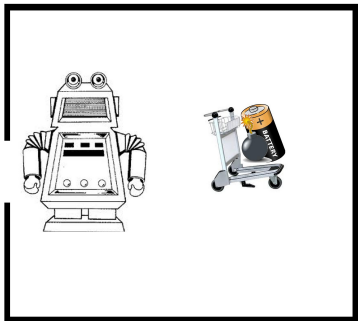
- ▶ Empujo carro → batería se mueve
- ▶ Empujo carro → bomba se mueve
- ▶ Empujo carro → la puerta no cambia de sitio
- ▶ Empujo carro → el color de la habitación no cambia



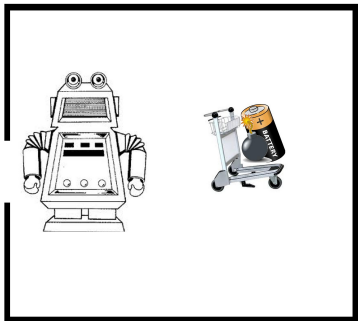
- ▶ R2D1
 - ▶ Buscar batería
 - ▶ Recoger batería
 - ▶ Implicaciones **Relevantes** vs **No Relevantes**



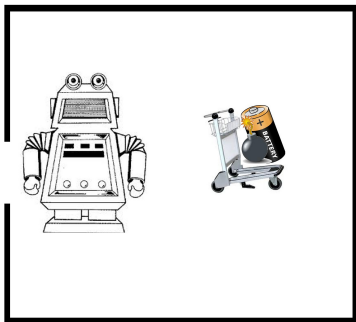
- Empujo carro - **relevante**



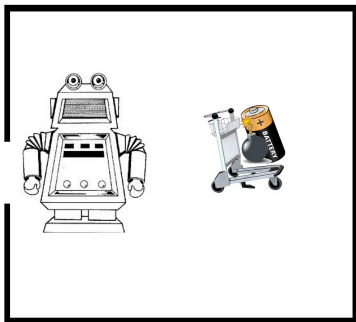
- ▶ Empujo carro - **relevante**
- ▶ Color de la pared - **no relevante**



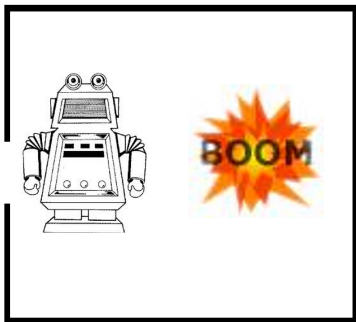
- ▶ Empujo carro - **relevante**
- ▶ Color de la pared - **no relevante**
- ▶ Posicion del sol - **no relevante**



- ▶ Empujo carro - **relevante**
- ▶ Color de la pared - **no relevante**
- ▶ Posicion del sol - **no relevante**
- ▶ Temperatura - **no relevante**



- ▶ Empujo carro - **relevante**
- ▶ Color de la pared - **no relevante**
- ▶ Posicion del sol - **no relevante**
- ▶ Temperatura - **no relevante**



- ▶ **No es posible inferir todas las condiciones** necesarias para una acción
- ▶ **No es posible calcular todas las posibles consecuencias** de una acción

- ▶ Interacción individuo y entorno
- ▶ ¿Qué ocurre con los modelos?
- ▶ ¿Es posible reducir el razonamiento?

- ▶ Cualquier modelo en un entorno dinámico presenta este problema
- ▶ Cuanto **más completo** es el **modelo**, **más complejo** es el problema
- ▶ Si **minimizamos** (o eliminamos) los **modelos** del mundo impuestos al robot, entonces **minimizamos** (o eliminamos) las implicaciones del **problema del marco**

- ▶ R. Pfeifer and C. Scheier. “Understanding Intelligence”. 2001. The MIT Press, Cambridge, MA.
- ▶ McCarthy, J., & Hayes, P. J. (1981). Some Philosophical Problems from the Standpoint of Artificial Intelligence. Readings in Artificial Intelligence, 431-450.
- ▶ Shanahan, Murray, “The Frame Problem”, The Stanford Encyclopedia of Philosophy (Spring 2016 Edition), Edward N. Zalta (ed.)
- ▶ Lifschitz, V. (2014). The Dramatic True Story of the Frame Default. Journal of Philosophical Logic, 44(2), 163-176. doi:10.1007/s10992-014-9332-8

1 Problemas Arquitecturas Basadas en el Conocimiento

Problema del Marco

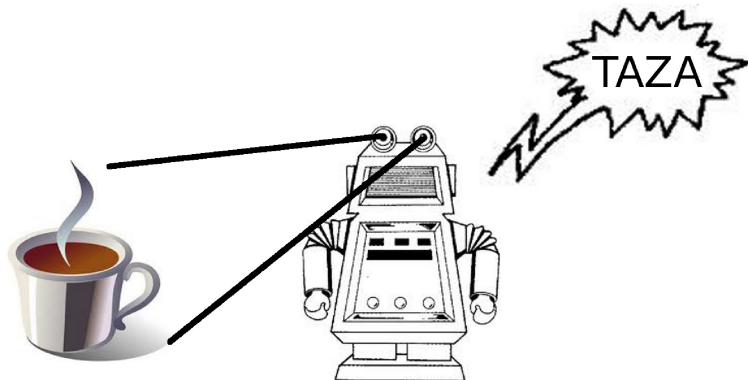
Problema del Anclaje del Símbolo

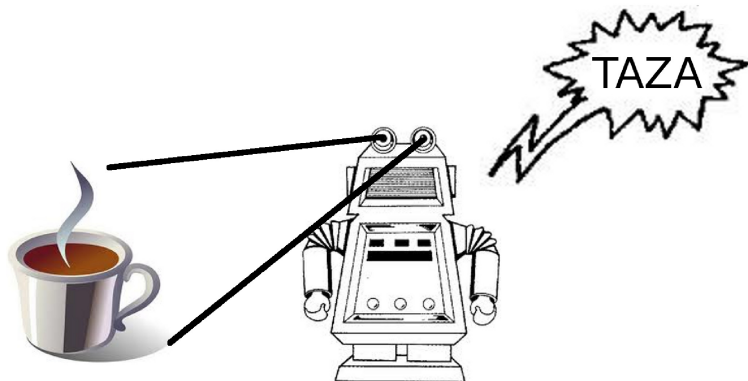
Problema del homúnculo

2 Arq. Basadas en el Comportamiento

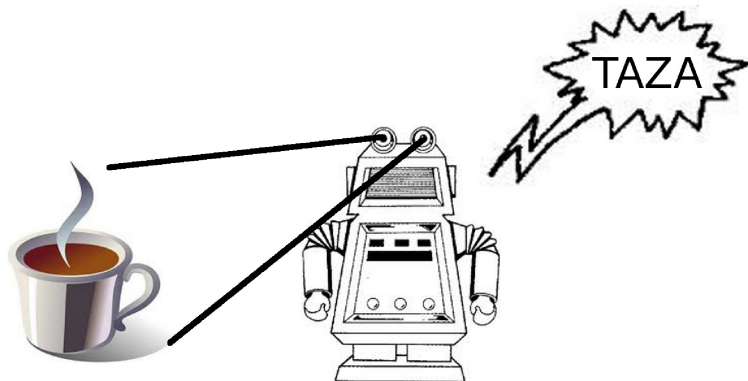
- ▶ ¿Cómo están los símbolos de un sistema simbólico relacionados con el mundo?
- ▶ Sistema operado por un humano
 - ▶ El operador establece las relaciones entre los símbolos y el mundo
 - ▶ Los **símbolos** están **anclados** al **operador**

- ▶ ¿Cómo están los símbolos de un sistema simbólico relacionados con el mundo?
- ▶ Sistema operado por un humano
 - ▶ El operador establece las relaciones entre los símbolos y el mundo
 - ▶ Los **símbolos** están **anclados** al **operador**
- ▶ Sistema autónomo
 - ▶ ¿Cómo relaciona su percepción sensorial con los símbolos?





- ▶ ¿Qué es una taza?
- ▶ ¿Qué sabe de la taza?



- ▶ ¿Qué es una taza?
- ▶ ¿Qué sabe de la taza?
- ▶ ¿Taza $\neq$ vaso $\neq$ jarra $\neq$ cuenco ?

- ▶ Los **símbolos** solo tienen **sentido** para el **intérprete**
- ▶ Los símbolos **no tienen sentido en sí mismos**
- ▶ ¡El conocimiento **no** puede ser una simple **manipulación de símbolos**!
- ▶ ¿Cómo es posible que un símbolo esté anclado (relacionado) con algo que no sea otro símbolo?
- ▶ ¿Cómo puede “emparejar” el robot el símbolo con la taza?
- ▶ ¿Y con símbolos más complejos o abstractos?

- ▶ Es un artificio de los sistemas simbólicos
- ▶ Desaparece (no se presenta) en enfoques donde la corporeización o situacionalidad están presentes



- ▶ R. Pfeifer and C. Scheier. "Understanding Intelligence". 2001. The MIT Press, Cambridge, MA.
- ▶ Searle, John. R. (1980). Minds, brains, and programs. Behavioral and Brain Sciences, 3 (3), 417-457
- ▶ Harnad, S. (1990). The symbol grounding problem. Physica D: Nonlinear Phenomena, 42(1-3), 335-346. doi:10.1016/0167-2789(90)90087-6
- ▶ Steels, L 2008, The Symbol Grounding Problem Has Been Solved. So What's Next? in M Vega (ed.). Symbols and Embodiment: Debates on Meaning and Cognition, Oxford University Press.

1 Problemas Arquitecturas Basadas en el Conocimiento

Problema del Marco

Problema del Anclaje del Símbolo

Problema del homúnculo

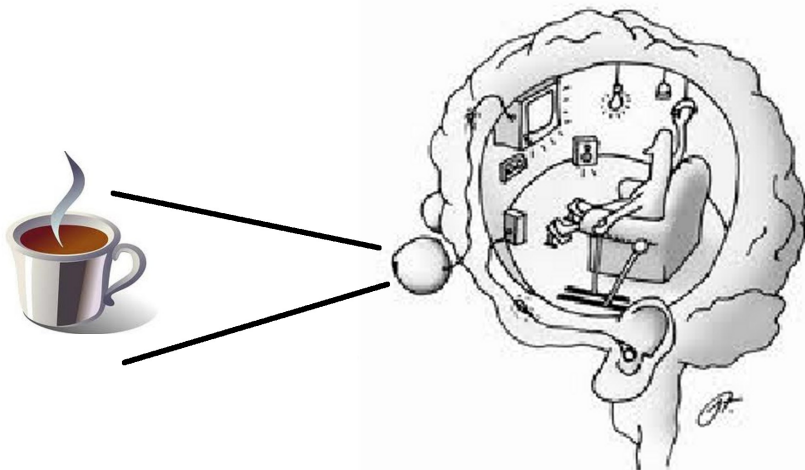
2 Arq. Basadas en el Comportamiento

- ▶ La mente utiliza **reglas** para realizar operaciones
- ▶ Diferentes **reglas** actúan en las representaciones del mundo

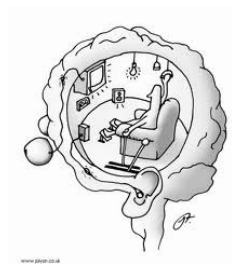
- ▶ La mente utiliza **reglas** para realizar operaciones
- ▶ Diferentes **reglas** actúan en las representaciones del mundo
- ▶ ¿Quién **interpreta** la reglas?
- ▶ ¿Quién **define** la reglas?
- ▶ ¿Cómo se **construyen** la reglas?



Problema del Homúnculo



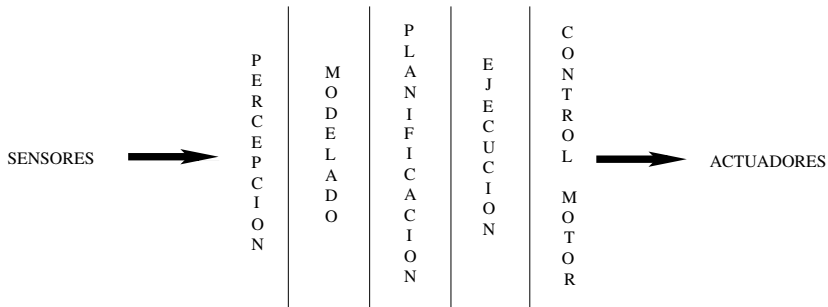
- ▶ ¿Tiene el homúnculo un homúnculo en la cabeza?
- ▶ ¿Como interpreta el homúnculo?
- ▶ El problema surge cuando queremos dotar de significado a los símbolos en nuestra cabeza
- ▶ El problema del homúnculo y el anclaje del símbolo están íntimamente relacionados
 - ▶ Si existe un símbolo, hay que anclarlo al mundo → necesitamos un homúnculo

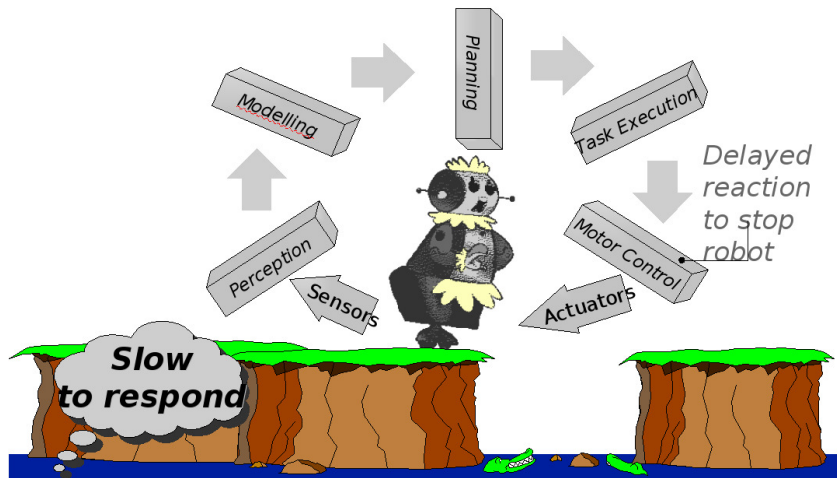




Susan Blackmore - Skeptics 2005

- ▶ Searle, John. R. (1980) Minds, brains, and programs. Behavioral and Brain Sciences 3 (3): 417-457
- ▶ Daniel C. Dennet, The Cartesian theater and “Filling In” the stream of consciousness, The Nature of Consciousness: Philosophical Debates. MIT Press. pp. 83–88 (1997)





Dibujo de Fitz Patrick (1996)

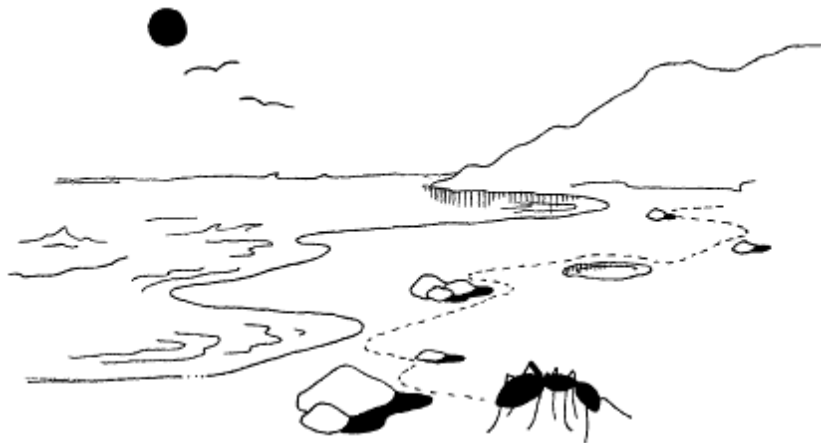
1 Problemas Arquitecturas Basadas en el Conocimiento

Problema del Marco

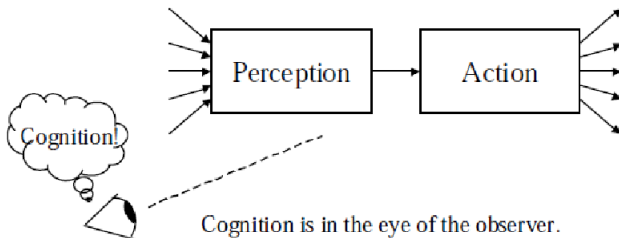
Problema del Anclaje del Símbolo

Problema del homúnculo

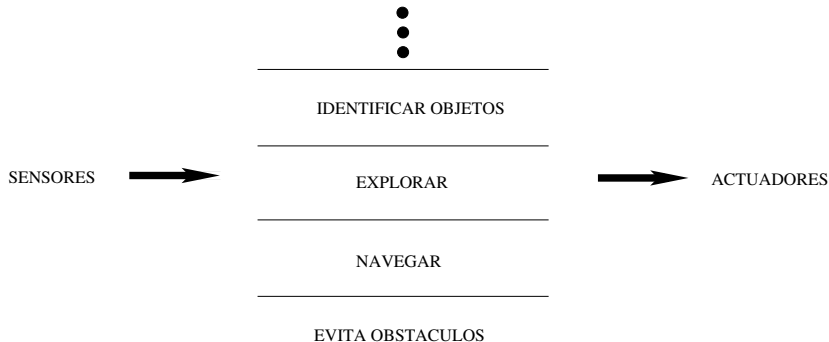
2 Arq. Basadas en el Comportamiento

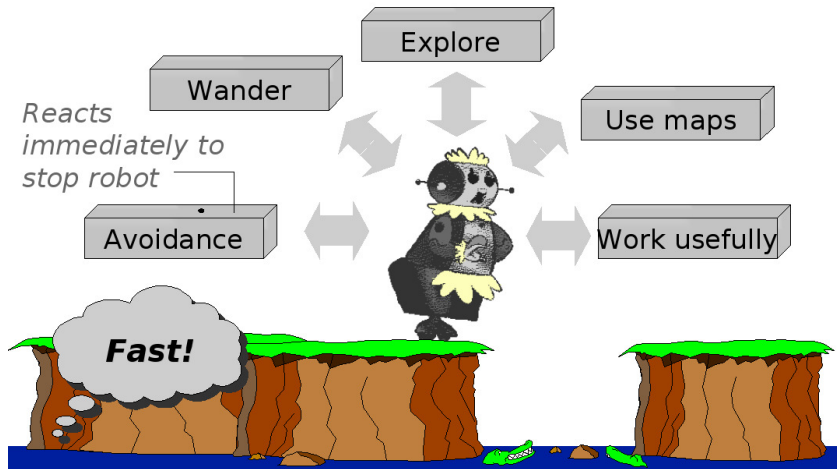


Pfeifer and Scheier. Understanding Intelligence.



- ▶ ¿Cómo guía la percepción a la acción? ¿Y la acción a la percepción?
 - ▶ Situacionalidad
 - ▶ Corporeización
 - ▶ ~~Problema del Marco~~
 - ▶ ~~Problema del Anclaje del Símbolo~~
 - ▶ ~~Problema del Homúnculo~~





Dibujo de Fitz Patrick (1996)

Gracias!!

Gracias!!