

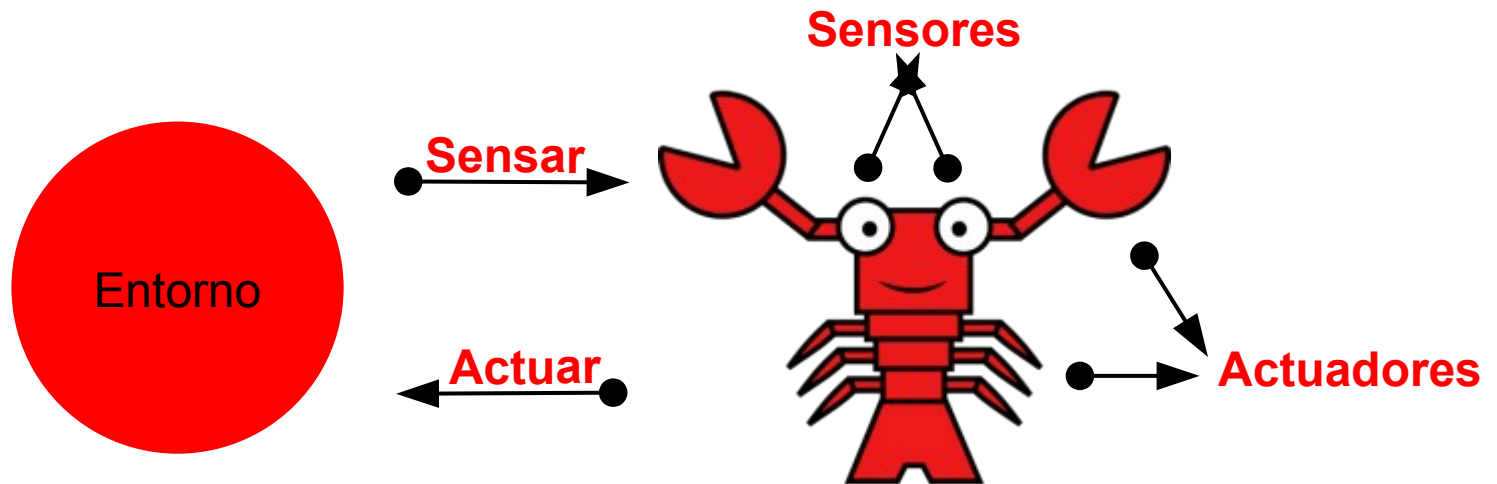
Robótica Basada en Comportamientos

Agentes y Entorno

**Instituto de Computación
Facultad de Ingeniería
Universidad de la República**

Definición (1/2)

- Agente: es todo aquello que puede **percibir** su entorno mediante sensores y responder o **actuar** en el ambiente por medio de actuadores.



Definición (2/2)

- Percepción.
 - Representa la entrada del sistema.
 - Tupla de información sensada:
$$p=(x_1, x_2, \dots, x_i, \dots, x_n)$$
- Secuencia de percepciones.
 - Representa el historial de percepciones.

Definición (2/2)

- Percepción.
 - Representa la entrada del sistema.
 - Tupla de información sensada:
$$p=(x_1, x_2, \dots, x_i, \dots, x_n)$$
- Secuencia de percepciones.
 - Representa el historial de percepciones.
- Función del Agente.
 - Descripción matemática abstracta que describe el comportamiento del agente.

Definición (2/2)

- Percepción.
 - Representa la entrada del sistema.
 - Tupla de información sensada:
$$p=(x_1, x_2, \dots, x_i, \dots, x_n)$$
- Secuencia de percepciones.
 - Representa el historial de percepciones.
- Función del Agente.
 - Descripción matemática abstracta que describe el comportamiento del agente.
- Programa del Agente.
 - Implementación completa de la función del agente.

Buen comportamiento (1/2)

- Agente racional: hace lo correcto, obtiene un mejor resultado.

Buen comportamiento (1/2)

- Agente racional: hace lo correcto, obtiene un mejor resultado.
- Medidas de rendimiento
 - Incluyen criterios que determinan el éxito
 - Necesidad de medidas objetivas
 - Optimizar medidas, maximizar rendimiento

Buen comportamiento (1/2)

- Agente racional: hace lo correcto, obtiene un mejor resultado.
- Medidas de rendimiento
 - Incluyen criterios que determinan el éxito
 - Necesidad de medidas objetivas
 - Optimizar medidas, maximizar rendimiento
- Regla general:
Es mejor diseñar medidas de rendimiento de acuerdo con **lo que se quiere** para el entorno, más que de acuerdo con **cómo se cree** que el agente debe comportarse.

Buen comportamiento (2/2)

- La racionalidad depende de:
 - Medidas de rendimiento objetivas
 - Conocimiento previo
 - Acciones que puede realizar
 - Secuencia de percepciones

Buen comportamiento (2/2)

- La racionalidad depende de:
 - Medidas de rendimiento objetivas
 - Conocimiento previo
 - Acciones que puede realizar
 - Secuencia de percepciones

- Agente Racional

*En cada posible **secuencia de percepciones**, un **agente racional** deberá realizar aquella **acción** que supuestamente **maximice su medida de rendimiento**, basándose en las **evidencias aportadas** y el **conocimiento almacenado**.*

Racionalidad, Autonomía y Aprendizaje

- Racionalidad \neq Omnisciencia

Racionalidad, Autonomía y Aprendizaje

- Racionalidad \neq Omnisciencia
 - Racionalidad: Maximiza el rendimiento esperado
 - Perfección: Maximiza el resultado real

Racionalidad, Autonomía y Aprendizaje

- Racionalidad != Omnisciencia
 - Racionalidad: Maximiza el rendimiento esperado
 - Perfección: Maximiza el resultado real
- Recopilación de información.

Racionalidad, Autonomía y Aprendizaje

- Racionalidad != Omnisciencia
 - Racionalidad: Maximiza el rendimiento esperado
 - Perfección: Maximiza el resultado real
- Recopilación de información.
- Incorporar aprendizaje facilita el diseño de agentes racionales.



Racionalidad, Autonomía y Aprendizaje

- Racionalidad != Omnisciencia
 - Racionalidad: Maximiza el rendimiento esperado
 - Perfección: Maximiza el resultado real
- Recopilación de información.
- Incorporar aprendizaje facilita el diseño de agentes racionales.
- Un agente racional debe ser autónomo.
- Agente autónomo (no-autónomo): se dice que un agente carece de autonomía cuando se apoya más en el conocimiento inicial que en sus propias percepciones.

Entornos de trabajo

- Son los “problemas” para los cuales los agentes racionales son las “soluciones”.
- Especificación de entornos
 - **R**endimiento
 - **E**ntorno/Escenario
 - **A**ctuadores
 - **S**ensores

Entornos de trabajo

- Son los “problemas” para los cuales los agentes racionales son las “soluciones”.
- Especificación de entornos
 - **R**endimiento (**posibles conflictos**)
 - **E**ntorno/Escenario
 - **A**ctuadores
 - **S**ensores

Entornos de trabajo

- Son los “problemas” para los cuales los agentes racionales son las “soluciones”.
- Especificación de entornos
 - **R**endimiento (**posibles conflictos**)
 - **E**ntorno/Escenario (**más restrictivo=más simple**)
 - **A**ctuadores
 - **S**ensores

Entornos de trabajo

- Un ejemplo: Robot taximetrista

Tipo de agente	Medidas de rendimiento	Entorno	Actuadores	Sensores
Taxista	Seguro, rápido, legal, confortable, eficiente (combustible, multas), ...	Carreteras, otro tráfico (bicicletas, motos), Charcos, baches, Peatones, Clientes, ...	Volante, acelerador, freno, señaleros, luces, bocina, Monitor, parlante, ...	Cámaras, sonar, velocímetro, gps, tacómetro, sensores en el motor, teclado, micrófono, ...

Propiedades (1/3)

- **Observable vs Parcialmente observable**
 - Si el aparato sensorial del agente le permite tener acceso al estado total de un ambiente se dice que éste es accesible al agente o totalmente observable.
 - Causas: ruido, precisión, inaccesible.
- **Determinista vs Estocástico (No determinista)**
 - Si el estado siguiente se determina completamente a partir del estado actual y la acción elegida por el agente, el ambiente es determinista.
 - Totalmente observable y determinista: no hay incertidumbre.
 - Un medio parcialmente observable puede parecer estocástico.
 - Si el medio es determinista excepto por la acción de otros agentes el entorno es estratégico.

Propiedades (2/3)

- Episódico vs Secuencial (No episódico)
 - En un ambiente episódico, la experiencia del agente se divide en episodios. La calidad de su actuación dependerá únicamente del episodio actual, y los episodios subsiguientes no dependerán de las acciones tomadas en episodios previos.
- Discretos vs Continuos
 - Considera las variables de estado, manejo del tiempo, percepciones y acciones.

Propiedades (3/3)

- Estáticos vs dinámicos
 - Si existe la posibilidad de que el ambiente sufra modificaciones mientras el agente se encuentra deliberando se dice que el ambiente se comporta de forma dinámica con relación al agente.
 - En ambientes estáticos el agente:
 - No se debe preocupar por lo que sucede mientras delibera.
 - No se debe preocupar por el paso del tiempo
 - Ambiente semi-dinámico: no cambia el ambiente pero sí se modifica la calificación asignada al desempeño.
- Agente individual vs Multiagente
 - Multiagente cooperativo o competitivo.

Ejemplos

Ambiente	Observable	Determinista	Episódico	Estático	Discreto	Agentes
Crucigrama	Totalmente	Si	No	Si	Si	Individual
Ajedrez con reloj	Totalmente	Estratégico	No	Semi	Si	Multi
Ajedrez sin reloj	Totalmente	Estratégico	No	Si	Si	Multi
Conducir un taxi	Parcialmente	Estocástico	No	No	No	Multi
Robot Industrial	Parcialmente	Estocástico	Si	No	No	Individual

Estructura

Agente = Arquitectura + Programa

- **Arquitectura:** dispositivo de cómputo con sensores y actuadores donde se ejecuta el programa.
- **Programa:** implementa la función del agente que proyecta percepciones en acciones.
- **Conducta:** aquellas acciones observables que se producen después de una determinada secuencia de percepciones.

Agente basado en tabla

Pseudo-código

```
function agenteBasadoEnTabla (percepcion): accion
    static percepciones: secuencia
        tabla: acciones indexada por secuencias
begin
    actualizar(percepcion, percepciones)
    accion ← consulta(percepciones, tabla)
    return accion
End
```

Agente basado en tabla

Pseudo-código

```
function agenteBasadoEnTabla (percepcion): accion
    static percepciones: secuencia
        tabla: acciones indexada por secuencias
begin
    actualizar(percepcion, percepciones)
    accion ← consulta(percepciones, tabla)
return accion
End
```

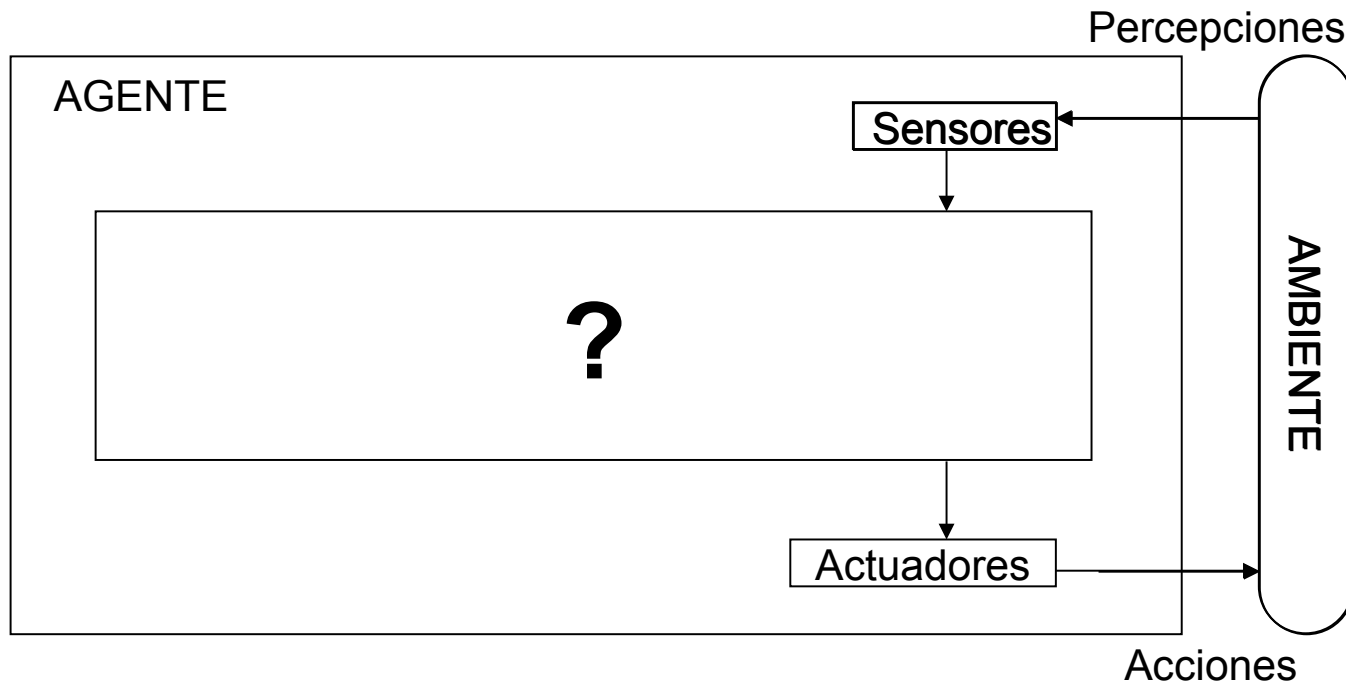
- Cámara: 640x480x24bits → $10^{250.000.000.000}$ entradas
- Ajedrés: → 10^{150} entradas
- #átomos del universo observable → 10^{80}

Tipos de Agente

- Agentes con reflejo simple
- Agentes bien informados de lo que pasa
- Agentes basados en metas
- Agentes basados en utilidad
- Agentes que aprenden

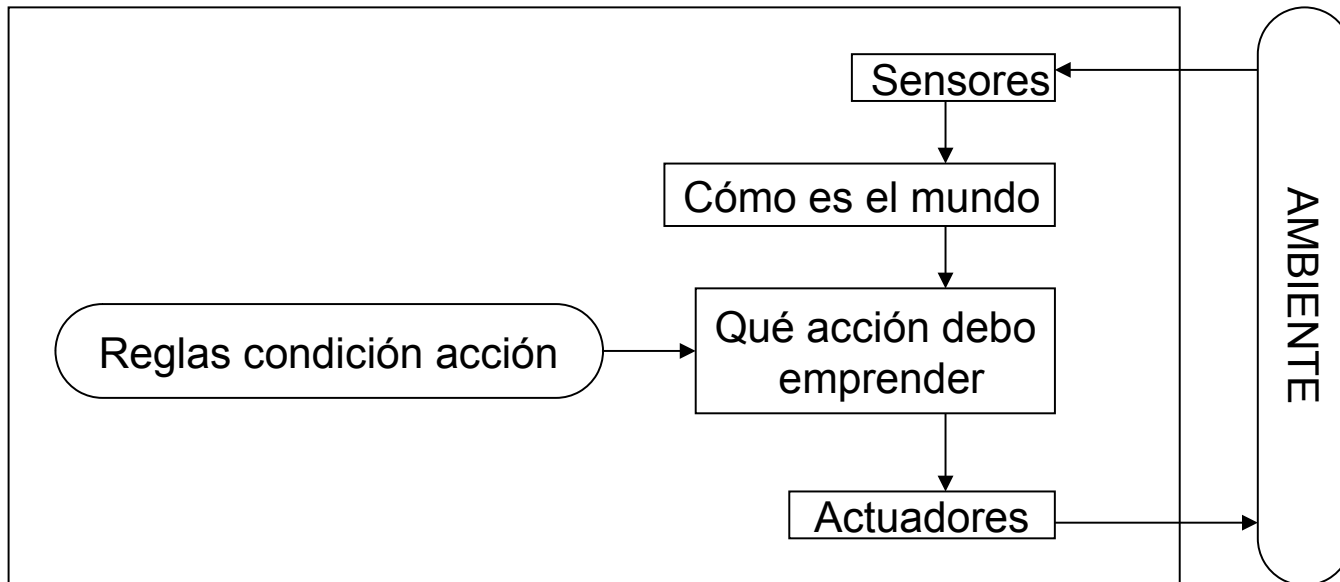
Agente de reflejo simple (1/2)

- Se basan en reglas de condición-acción, situación-acción o reglas si-entonces.
- Esquema del agente



Agente de reflejo simple (1/2)

- Se basan en reglas de condición-acción, situación-acción o reglas si-entonces.
- Esquema del agente



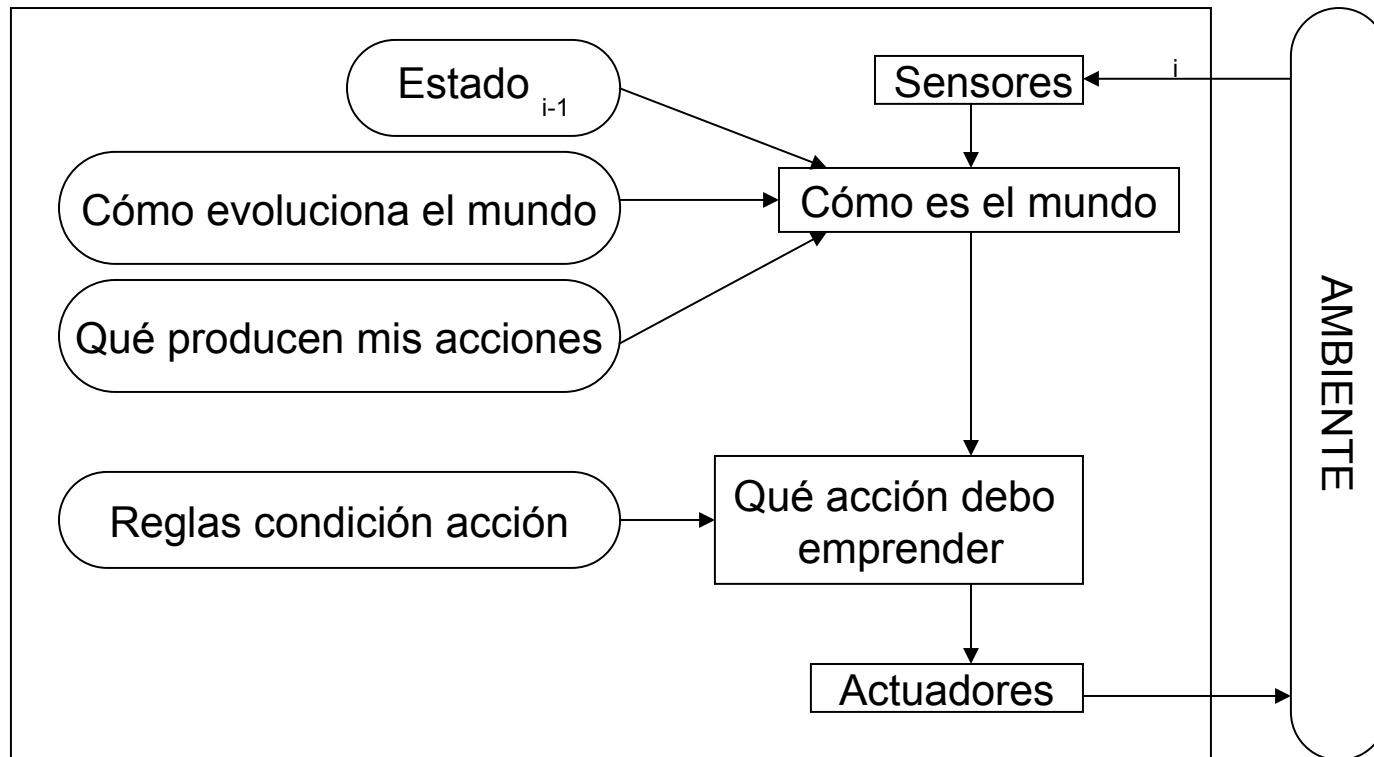
Agente de reflejo simple (2/2)

- Pseudo-código

```
function agenteReflejoSimple(percepcion): accion
  static reglas: conjunto de reglas
begin
  estado<-interpretarEntrada(percepcion)
  regla<-reglaCoincidente(reglas, estado)
  accion<-reglaAccion[regla]
  return accion
End
```

- Inteligencia muy limitada
- Riesgo de bucles o ciclos infinitos cuando la visibilidad sobre el entorno es parcial

Agente bien informado (1/2)



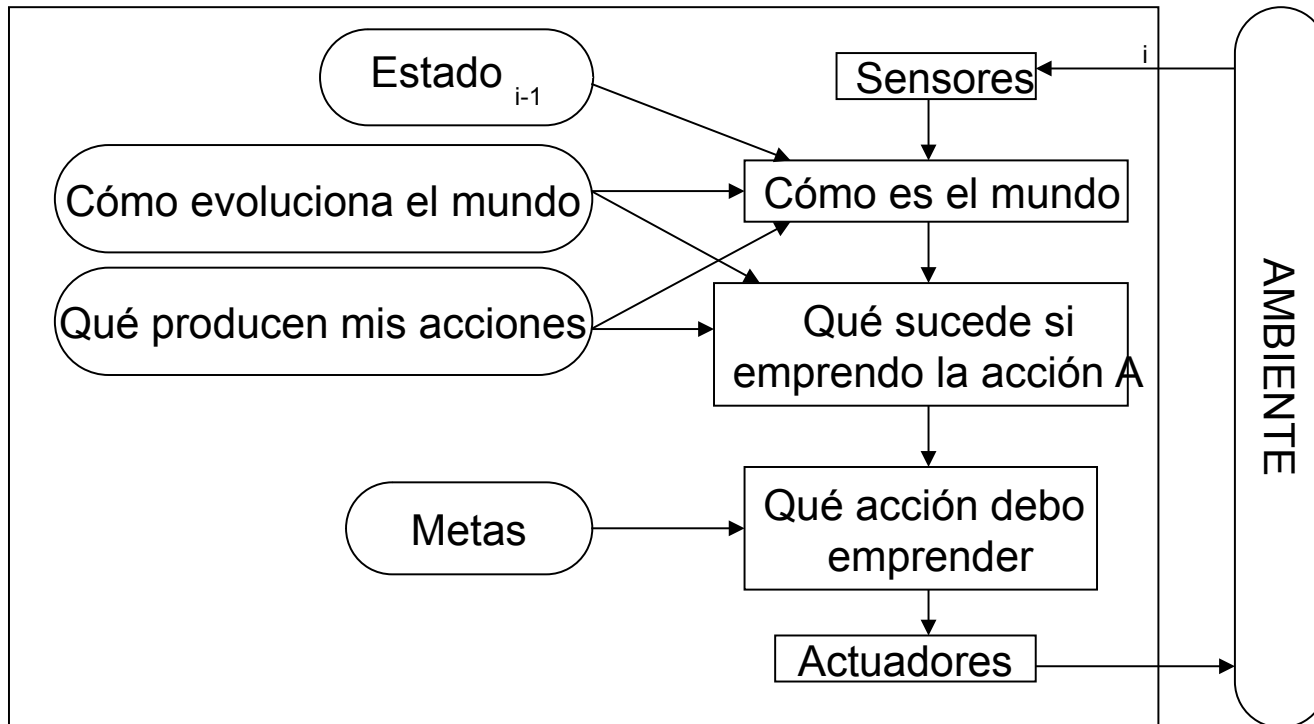
Agente bien informado (2/2)

- Pseudo-código

```
function agenteReflejoSimple(percepcion): accion
    static estado: descripción del estado del mundo
        reglas: conjunto de reglas
begin
    estado<-actualizarEstado(estado, percepcion)
    regla<-reglaCoincidente(reglas, estado)
    accion<-reglaAccion[regla]
    estado<-actualizarEstado(estado, accion)
    return accion
End
```

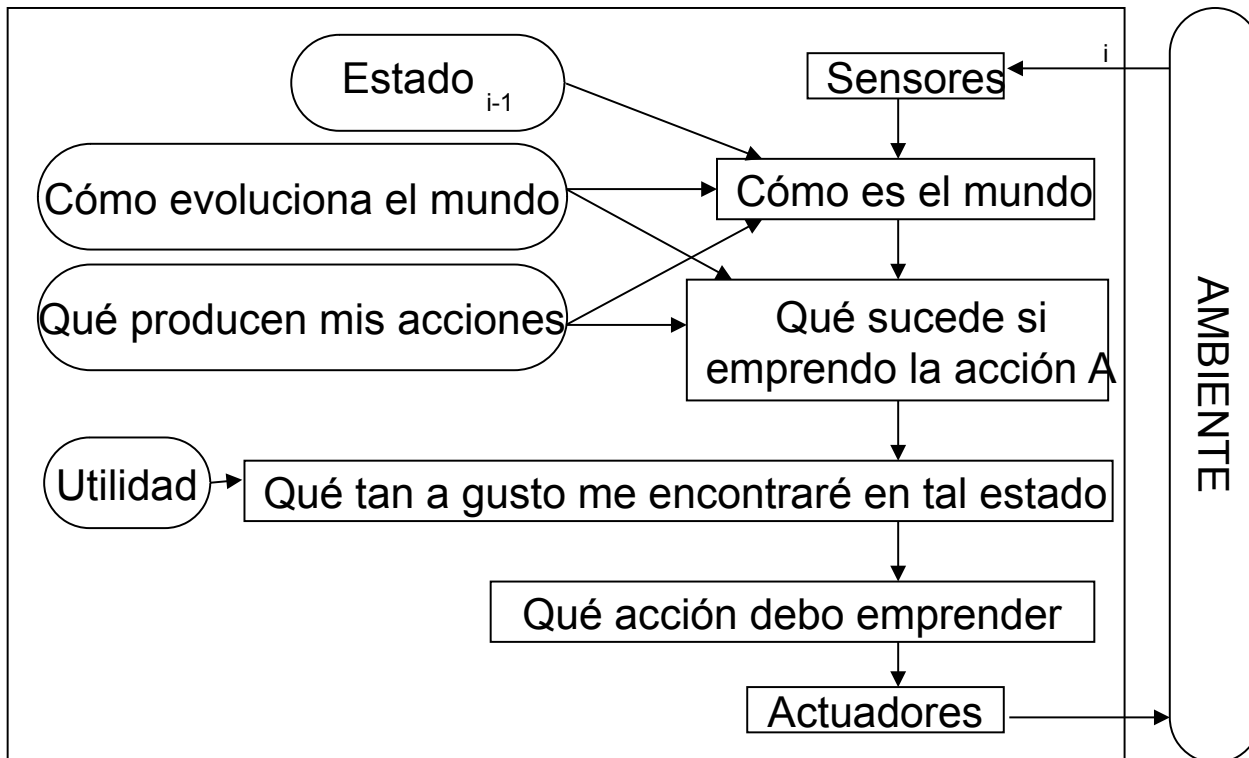

Agente basados en metas

- Meta: información detallada de situaciones deseables.
- Mayor flexibilidad.



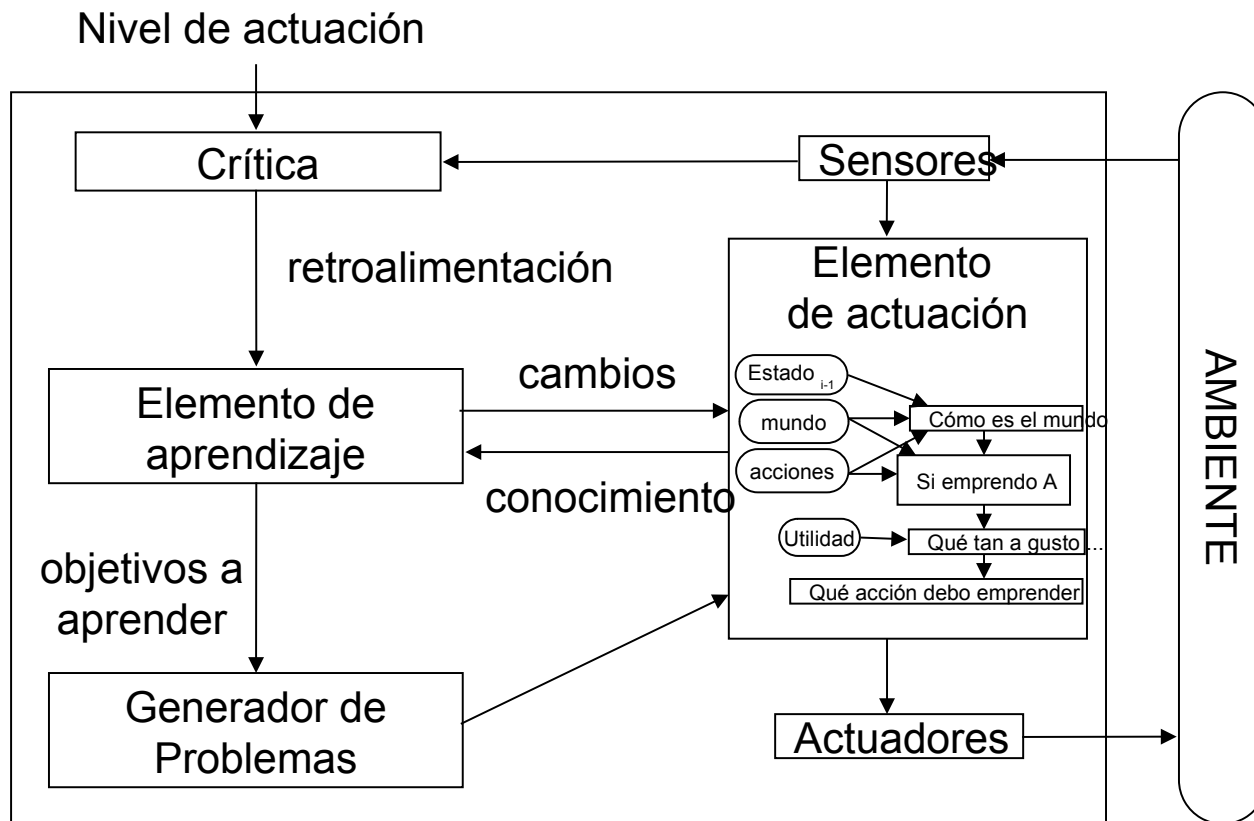
Agente basados en utilidad

- Si un estado se prefiere respecto de otro, entonces el primero tiene mayor utilidad.



Agentes que aprenden

- El aprendizaje en agentes puede definirse como el proceso de modificación de cada componente del agente, esto permite que cada componente se comporte más en consonancia con la información que se recibe, lo cual permite mejorar el nivel medio de actuación del agente.



Resumen (1/2)

- Un agente es algo que percibe y actúa en un entorno.
- Están formados por el programa y la arquitectura.
- Agente racional es aquel que emprende acciones que se espera permitan obtener un máximo desempeño.
- Un agente se considera autónomo en la medida que sus acciones dependan más de la experiencia que del conocimiento que le haya incorporado el diseñador.

Resumen (2/2)

- El agente reflejo pasa directamente de percepciones a acciones, los agentes basados en metas actúan en función del logro de una meta, y los agentes basados en utilidad se esfuerzan por tener un máximo de felicidad.
- El proceso de toma de decisiones basado en lo que se conoce es fundamental para la IA y el desempeño satisfactorio del agente.
- Los ambientes que ofrecen mayor dificultad son los parcialmente observables, estocásticos, secuenciales, dinámicos y continuos.

Referencias

- Russell S. y P. Norvig, Inteligencia Artificial: Un enfoque moderno, Capítulo 2.