



Inteligencia en Redes de Comunicaciones

Tema 8  
**Agentes**

Julio Villena Román, Raquel M. Crespo García, José Jesús García Rueda  
{jvillena, rcrespo, rueda}@it.uc3m.es



El objetivo del Tema 8 es presentar los conceptos de “Agentes”: definiciones, propiedades, aplicaciones y detalles de su arquitectura.

## Índice

---

- ▶ Definiciones
- ▶ Propiedades
- ▶ Aplicaciones
- ▶ Comunicación entre agentes

Índice de los contenidos del tema.

## Qué es un agente

---

- ▶ **No hay una definición universalmente aceptada**
  - ▶ en general, la **autonomía** es el aspecto clave
  - ▶ el resto de cualidades dependen de la definición
  
- ▶ **[DRAE]:**
  1. adj. Que **obra** o **tiene virtud de obrar**.
  3. m. Persona o cosa que **produce un efecto**.
  4. m. Persona que **obra con poder de otra**.
  
- ▶ **[Webster's New World Dictionary]:**

*A person or thing that acts or is capable of acting or is empowered to act, for another*

El concepto de “agente” es un tanto vago y por lo tanto difícil de definir en el contexto de la inteligencia artificial, pero en general, la autonomía es el aspecto clave.

## Definición progresiva (Norvig y Russell)

- ▶ Un agente es un **sistema informático** que demuestra que **percibe su entorno** a través de sensores y es capaz de **actuar sobre dicho entorno** mediante efectores
- ▶ Un agente ideal **racional** debe hacer todo lo posible para **maximizar el rendimiento de sus acciones**, basándose en la evidencia proporcionada por sus sensores y en el conocimiento del que disponga
- ▶ Un agente es **autónomo** en tanto en cuanto sus acciones y elecciones dependen más de **su propia experiencia** que del conocimiento introducido sobre el entorno por el programador

Como es difícil de definir, Russell y Norvig dan una serie de definiciones progresivas incorporando un nuevo concepto en cada iteración.

## Definición de Wooldridge

---

- ▶ Un agente es un sistema informático que está ubicado en un entorno y es **capaz de actuar autónomamente** sobre él a fin de **conseguir sus objetivos de diseño**
  - ▶ **autonomía**: capacidad de operar sin intervención directa de usuarios u otros agente (actuación no determinística)
- ▶ Un agente **inteligente** es el que es capaz de actuar con **autonomía flexible**:
  - ▶ **reactividad**: percibir el entorno y responder a los cambios que se producen en él
  - ▶ **proactividad**: mostrar un comportamiento dirigido por objetivos y tomando iniciativas
  - ▶ **habilidad social**: interacción con otros agentes

Definición de agente para Wooldridge: “Un agente es un sistema informático que está ubicado en un entorno y es **capaz de actuar autónomamente** sobre él a fin de **conseguir sus objetivos** de diseño”, y el concepto de autonomía flexible.



Los agentes serían objetos (de la programación orientada a objetos) que se ejecutan de forma concurrente y se intercambian mensajes de forma asíncrona, incorporando capacidades de autonomía, reflexión, agrupamiento, etc.

## Propiedades de los agentes (1)

---

- ▶ **Autonomía:** independencia del usuario, capaz de tomar decisiones por su cuenta
- ▶ **Reactividad:** observación e interacción con el entorno
- ▶ **Proactividad:** intención de cumplir sus objetivos mediante planificación y razonamiento práctico
- ▶ **Persistencia:** capacidad para mantener un estado (estado mental) que no se modifica caprichosamente
- ▶ **Razonamiento:** capacidad de interpretar la información del entorno, realizar inferencias y tomar decisiones
- ▶ **Aprendizaje:** capacidad para cambiar su conocimiento a partir de su experiencia

Esta diapositiva presenta una lista de diferentes propiedades que en general tienen los agentes.

## Propiedades de los agentes (2)

---

- ▶ **Planificación:** capacidad de construir sus propios planes para lograr sus objetivos a partir de las tareas que sabe realizar o puede pedir a otros
- ▶ **Comunicación:** capacidad para entenderse con otros agentes en un lenguaje expresivo con actos comunicativos
- ▶ **Cooperación:** capacidad para solicitar o dar servicios a otros agentes y trabajar en cooperación para conseguir un objetivo común
- ▶ **Delegación:** capacidad para realizar tareas delegadas por el usuario u otros agentes

Más propiedades o características que pueden implementar los agentes.

## Características de los agentes (3)

---

- ▶ **Movilidad:** capacidad de suspender la ejecución a mitad de una tarea y reanudarla en otro nodo
- ▶ **Personalidad:** capacidad para tener un estado mental que incluya creencias, deseos, intenciones, motivaciones... que determinen su comportamiento

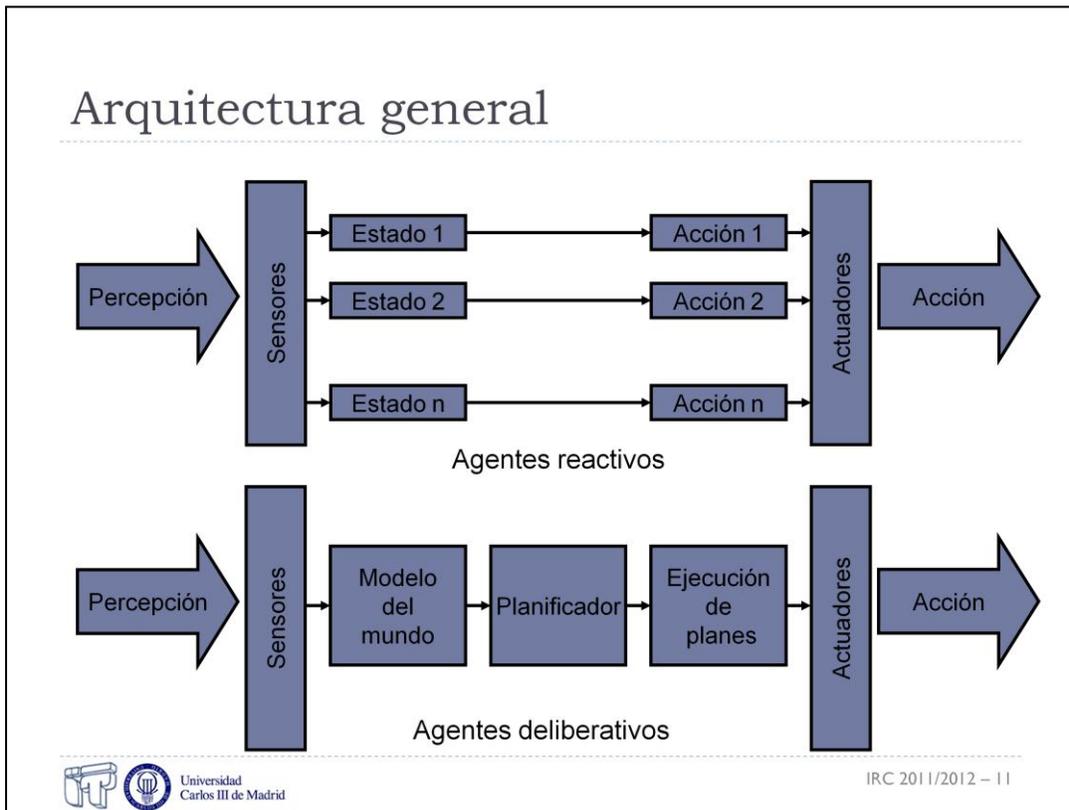
Y más características que pueden disponer los agentes.

## Grandes familias de agentes

---

- ▶ **Agentes colaborativos**
  - ▶ principalmente cooperan con otros agentes
- ▶ **Agentes personales**
  - ▶ actúan para un usuario (agente de usuario, de interfaz...) o un grupo de usuarios compartiendo tareas, datos...
  - ▶ asistentes personales
- ▶ **Agentes de información**
  - ▶ investigan y analizan información en la red
  - ▶ fusionan información de múltiples fuentes
- ▶ **Agentes móviles**
  - ▶ se desplazan para ejecutarse
  - ▶ suelen ser agentes de información

Existen diferentes familias de agentes, principalmente según su función (para qué sirven).



Arquitectura de agentes: agentes reactivos, que responden a estímulos capturados por los sensores mediante los actuadores, o agentes deliberativos, que incorporan un modelo del mundo, un planificador y un ejecutor de planes.

## Arquitecturas de agentes inteligentes

- ▶ **Arquitecturas de sistemas basados en conocimiento**
  - ▶ representación simbólica del entorno y el comportamiento basada en la lógica
  - ▶ sistema de razonamiento (motor de inferencia lógica)
- ▶ **Arquitecturas BDI**
  - ▶ lógica modal, razonamiento práctico
- ▶ **Arquitecturas híbridas**
  - ▶ subsistema perceptivo
  - ▶ subsistemas de modelado+planificación+control
  - ▶ subsistema de acción

Respecto a las arquitecturas de agentes inteligentes, se han utilizado tres son las principales: sistemas basados en conocimiento (por ejemplo, usando CLIPS o Prolog), arquitecturas híbridas (combinando subsistemas perceptivos, de modelado y de acción mediante bases de conocimiento y programación imperativa), y arquitecturas BDI (Believes, Desires, Intentions) basadas en la lógica modal.

## Conceptos y propiedades del modelo BDI

- ▶ **Actitudes mentales** o estados mentales del agente
  - ▶ creencias, deseos e intenciones
    - ▶ actitudes sobre la información (creencia, conocimiento)
    - ▶ proactitudes (deseo, intención, elección, compromiso, actuación)
- ▶ **Propiedades**
  - ▶ consistencia (entre intenciones, creencias...)
  - ▶ persistencia (una intención es una elección a la que se compromete; por defecto, las creencias persisten)
  - ▶ buena fe (sólo se compromete con lo que se siente capacitado)
  - ▶ las intenciones son las que guían el proceso medios-fines
  - ▶ introspección periódica para revisar los estados mentales

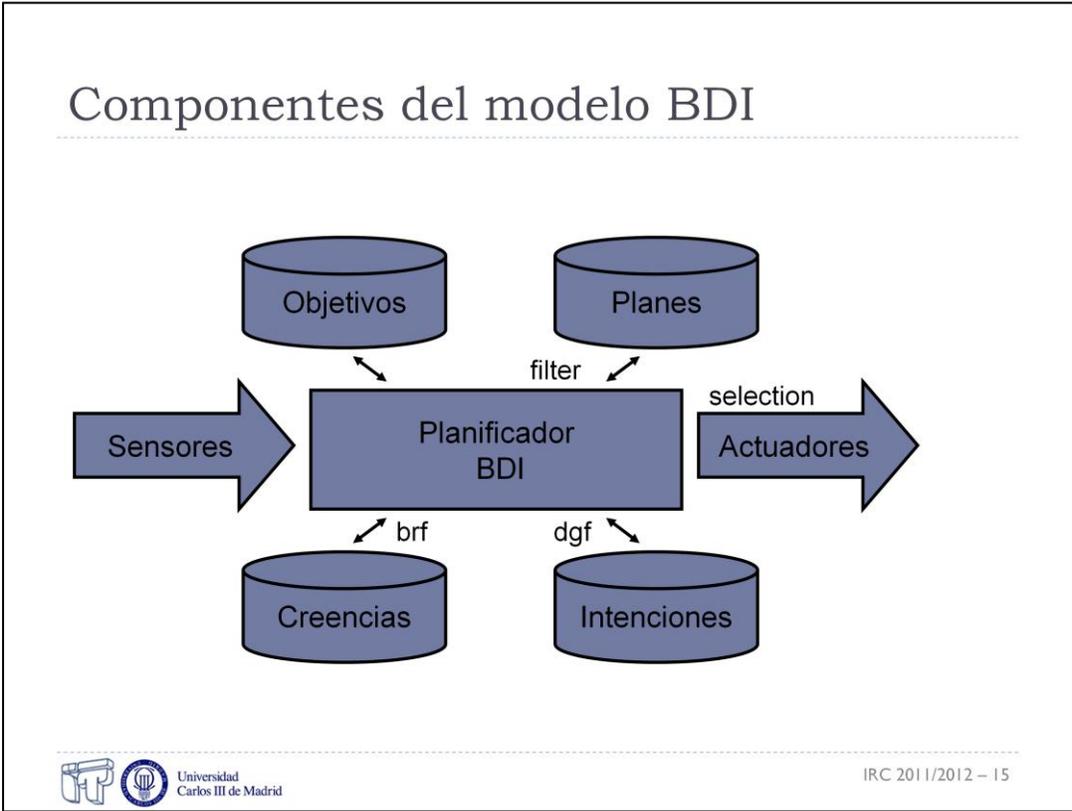
El modelo BDI (Believes, Desires, Intentions) se basa en la lógica modal y representa conceptos de creencias (“Belief”, lo que sabe un agente), deseos (“Desire” o qué objetivo pretende conseguir) e intenciones (“Intention”, qué estrategia va a llevar a cabo para conseguir dicho objetivo).

## Proceso de razonamiento

---

- ▶ **Decidir qué objetivo se quiere lograr: Proceso de deliberación**
  - ▶ determinar opciones disponibles, según **creencias** y **deseos**
  - ▶ elegir una o varias opciones, que pasarán a ser las **intenciones**
  - ▶ establecer el compromiso de seguir las intenciones adoptadas
- ▶ **Decidir cómo se logra el objetivo: Razonamiento medios-fines**
  - ▶ una vez comprometido con una intención, seguir una línea de **acción** razonable, es decir, hacer lo que se cree que satisface la intención
  - ▶ **persistir** en la acción hasta llegar a creer que es imposible
  - ▶ no considerar opciones incompatibles
- ▶ **Cada cierto tiempo reconsiderar las intenciones**
  - ▶ encontrar balance entre una **actitud reactiva** y una **proactiva**

Este es el proceso de razonamiento continuo de un agente BDI: deliberación sobre el objetivo a conseguir, razonamiento medios-fines para evaluar la mejor estrategia, y reevaluación periódica de las intenciones para un equilibrio entre actitud reactiva y proactiva.



Este esquema pretende ilustrar la relación entre los diferentes componentes del modelo BDI, detallados en la siguiente diapositiva.

## Componentes del modelo BDI (2)

- ▶ Conjunto de creencias actuales (**beliefs**) o información que el agente tiene del entorno
- ▶ Conjunto de opciones actuales (**desires**) o deseos que determinan las líneas de acción
- ▶ Conjunto de intenciones actuales (**intentions**), es decir, sus compromisos
- ▶ Función de revisión de las creencias (**brf**) que actualiza las creencias a partir de su percepción del entorno
- ▶ Función de generación de opciones (**dgf**) a partir de creencias e intenciones
- ▶ Función filtro (**filter**) que representa el proceso de deliberación del agente y que actualiza sus intenciones futuras según las creencias, deseos e intenciones actuales
- ▶ Función de **selección de la acción** a realizar

Descripción de los diferentes componentes de modelo BDI.

## Comunicación entre agentes

---

- ▶ **Comunicación directa:** paso de mensajes (modelos actuales)
- ▶ **Comunicación indirecta:** arquitectura de pizarra compartida (arquitectura básica)

La comunicación entre agentes se puede llevar de forma directa con paso de mensajes o de forma indirecta con una arquitectura de pizarra compartida.

## FIPA (*Foundation for Intelligent and Physical Agents*)

---

- ▶ Consorcio industrial fundado en 1996 por varias decenas de compañías de telecomunicaciones e informática (<http://www.fipa.org>)
- ▶ **Objetivos:**
  - ▶ Acelerar el desarrollo de tecnologías de agentes inteligentes mediante la producción de especificaciones acordadas internacionalmente que soporten la interoperabilidad entre agentes y aplicaciones basadas en agentes
- ▶ **Cubre todos los aspectos de un entorno de agentes:**
  - ▶ Arquitectura
  - ▶ Comunicación
  - ▶ Gestión

La FIPA es un consorcio cuyo objetivo es fomentar el desarrollo de tecnologías de agentes inteligentes.

## Lenguaje ACL (*Agent Communication Language*)

- ▶ Lenguaje de comunicación entre agentes
- ▶ Basado en la teoría de los **actos del habla**
- ▶ Un mensaje en ACL representa la **intención de realizar alguna acción (acto comunicativo)**
  - ▶ El primer elemento de la lista es el identificador del acto comunicativo (obligatorio)
  - ▶ El resto de la lista son pares parámetro-valor sin un orden predefinido (opcionales)

```
(ask-one
  :sender pepe
  :content (PRECIO TELEFONICA ?precio)
  :receiver servidor-bolsa
  :reply-with accion-telefonica
  :language LPROLOG
  :ontology IBEX
)
```

El lenguaje ACL (“Agent Communication Language”) propuesto por la FIPA pretende estandarizar la comunicación entre agentes.

## Comunicación por paso de mensajes

- ▶ Tres componentes principales:
  - ▶ vocabulario (varias ontologías)
  - ▶ lenguaje interno **KIF** (*knowledge interchange format*)
  - ▶ lenguaje externo **KQML** (*knowledge query and manipulation language*)
  
- ▶ **mensaje ACL** = expresión KQML en las que los argumentos son sentencias en KIF formadas por palabras del vocabulario ACL

FIPA define la comunicación principal entre agentes utilizando el paso de mensajes. Para dicho intercambio, es necesario definir la ontología común a utilizar, un lenguaje interno de representación de dicho conocimiento (KIF) y un lenguaje envoltorio que permita representar la semántica de la comunicación (KQML),

## Clases de actos comunicativos

---

<b>Acto comunicativo</b>	<b>Intención asociada</b>
:accept_proposal	negociación
:agree	realización de una acción
:cfp	negociación
:failure	manejo de errores
:inform	paso de información
:not-understood	manejo de errores
:propose	realización de una acción
:refuse	negociación
:reject_proposal	manejo de errores
:request	realización de una acción
:subscribe	solicitud de información

El paso de mensajes entre agentes propuesto por la FIPA se basa en una serie de actos comunicativos, que permiten controlar de forma exhaustiva la comunicación.

## Protocolos de interacción

---

- ▶ Para poder establecer una conversación entre agentes es necesario definir previamente el **protocolo** que van a seguir durante la conversación
- ▶ Un protocolo de interacción es una descripción detallada del **tipo y orden de los mensajes involucrados en una conversación** entre agentes
- ▶ Un agente puede participar simultáneamente en múltiples diálogos con diferentes agentes y con diferentes protocolos de interacción

El protocolo de interacción es necesario para describir el tipo y orden de los mensajes involucrados en una conversación entre agentes.