

# Sistemas Multiagente

---

Javier Béjar

ECSDI - 2023/2024 2Q

CS-GEI-FIB 



## Objetivos del tema



- ⦿ Sistemas Multiagente
- ⦿ Definición/Propiedades de los Agentes Inteligentes
- ⦿ Arquitecturas de Agentes
- ⦿ Arquitecturas de Sistemas Multiagente

# Introducción

---

## Tendencias en la historia de la computación

- ⊙ Ubicuidad
- ⊙ Interconexión
- ⊙ Inteligencia
- ⊙ Delegación
- ⊙ Orientación a las personas

(“Introduction to Multi-Agent Systems”, M. Wooldridge, 2001)

## ⊙ Ubicuidad

- La capacidad de cómputo se ha incluido en multitud de elementos gracias a su abaratamiento (IoT)
- El aumento de su potencia permite que la sofisticación (e inteligencia) sea ubicua

## ⊙ Interconexión

- Los sistemas ya no son elementos aislados, están conectados en red formando sistemas distribuidos
- Esto lleva a la idea de modelar la computación como un proceso de interacción (**computation as interaction**)

## ⊙ Inteligencia

- La **complejidad de las tareas** automatizables ha ido creciendo (llegando a poder considerarse *inteligentes*)

## ⊙ Delegación

- Más tareas **se realizan automáticamente** (sin supervisión), incluso en tareas críticas

## ⊙ Orientación a las personas

- La creación de programas se basa en **abstracciones** y metáforas de cada vez más **alto nivel** (menos centrada en el computador, más cercana a nuestra visión)

### Agente: primera definición

*Un sistema computacional capaz de actuar de manera independiente como representante de su usuario (satisfaciendo unos objetivos de diseño y sin supervisión)*

## Sistema multiagente

Un sistema computacional compuesto de múltiples agentes que interactúan entre ellos

- ⊙ Cada agente tendrá sus propios **objetivos** y **motivaciones**
- ⊙ El éxito de la interacción requerirá de **cooperación**, **coordinación** y **negociación** (precisamente las cualidades de las personas)



- ⊙ Esta metáfora nos lleva a plantear los sistemas software basados en agentes desde dos perspectivas: **Individuos** y **sociedades**
  1. **Diseño de agentes**: ¿Cómo diseñamos agentes capaces de resolver de manera autónoma las tareas que se les delegan?
  2. **Diseño de sociedades**: ¿Cómo diseñamos agentes capaces de interactuar con otros de manera que resuelvan sus tareas, especialmente en caso de objetivos conflictivos?

# Agentes Inteligentes

---

### Agente: segunda definición

*Sistemas computacionales capaces de realizar **acciones** de manera **autónoma** en algún **entorno**, con el propósito de **alcanzar** una serie de **objetivos** que tiene **delegados***

- ⊙ El principal interés de los agentes es que son **autónomos** (capaces de actuar de manera independiente)
- ⊙ Un agente está fuertemente ligado y en continua interacción con su entorno:  

percepción  $\mapsto$  decisión  $\mapsto$  acción  $\mapsto$  percepción  $\mapsto$  decisión  $\mapsto$  ...
- ⊙ Agentes Simples: Termostato, demon unix
- ⊙ No estamos interesados en agentes simples

### Agente: tercera definición

Sistemas computacionales capaces de realizar **acciones** de manera **autónoma** y **flexible** en algún **entorno**, con el propósito de **alcanzar** una serie de **objetivos** que tiene **delegados**

Entendiendo como flexible: **Reactivo, proactivo y social**

- ⊙ Los **entornos reales** son **dinámicos**, sus elementos cambian, su información es incompleta y/o incierta
- ⊙ En un **entorno fijo**, un agente **no debe preocuparse** del resultado de sus acciones, puede actuar sin pensar en las consecuencias
- ⊙ En los **entornos dinámicos** se ha de tener en cuenta la posibilidad de **resultados no esperados**, es posible plantearse no realizar una acción siempre
- ⊙ Un sistema **reactivo** ha de mantener una interacción continua con el entorno y **responder a los cambios** adecuadamente (reflexión)

- ⊙ Reaccionar al entorno es fácil, pero queremos que los agentes **hagan cosas por nosotros**, esto implica un **comportamiento dirigido por objetivos**
- ⊙ **Proactividad** = Generar e intentar cumplir objetivos, no estar dirigidos únicamente por eventos, **tomando la iniciativa**
- ⊙ Esto implica **poder y saber reconocer oportunidades**, se ha de saber cuándo se puede actuar y planificar las acciones en consecuencia
- ⊙ **Proactividad** significa tener una visión a largo plazo que nos lleva a cumplir los objetivos delegados

- ⊙ Reactividad y proactividad son propiedades que pueden **interferir** entre ellas
- ⊙ Necesitamos que un agente **reaccione** apropiadamente a los **cambios** en el entorno (reactividad)
- ⊙ Necesitamos que un agente sea capaz de **cumplir objetivos** a largo plazo (proactividad)
- ⊙ Una de las dificultades de los sistemas distribuidos es el conseguir una combinación adecuada de ambas propiedades



- ⊙ El mundo real es un entorno **multi-agente**, no es posible obtener los objetivos propios sin **considerar** los de **otros**
- ⊙ Algunos objetivos solo se pueden cumplir con la **interacción** de otros
- ⊙ La **habilidad social** en agentes es la capacidad de interactuar con otros agentes (incluidos humanos) vía **cooperación**, **coordinación** y **negociación**
- ⊙ Esto implica el tener que usar algún **lenguaje de comunicación**

## Objetos y agentes:

- ⊙ Encapsulan un estado
- ⊙ Se comunican por paso de mensajes
- ⊙ Tienen métodos que corresponden con las acciones que se pueden realizar según su estado

## Pero los agentes son:

- ⊙ Autónomos, deciden por si mismos si actúan o no
- ⊙ Inteligentes, capaces de comportamientos flexibles
- ⊙ Activos

“Los objetos lo hacen gratis, los agentes porque quieren y por dinero”

(M. Woolridge, Introd. to Multiagent Systems)

# Arquitecturas abstractas de agentes

---

## ⊙ Arquitecturas reactivas puras

- Los agentes poseen sensores y actuadores conectados al entorno y su conducta se basa en estímulo-respuesta
- Deciden sus acciones independientemente de la historia
- Sus decisiones se basan en reglas simples que hacen coincidir las observaciones del estado con las decisiones
- La conexión entre sensores-actuadores hace emerger una conducta inteligente

## ⊙ Arquitecturas reactivas con estado interno

- Los agentes tienen una **estructura interna** que representa información del **estado** y su historia
- Poseen una función que percibe e interpreta el entorno:

*Observar : Entorno  $\Rightarrow$  Percepcion*

- El estado interno es usado para decidir la actuación:

*Accion : Estado  $\Rightarrow$  Actuacion*

- El estado es actualizado combinando la percepción y el estado interno actual:

*Siguiente : Estado  $\times$  Percepcion  $\Rightarrow$  Estado*

- ⊙ **Arquitecturas deliberativas** (orientadas por objetivos)
  - Poseen una representación interna del mundo, siguen una aproximación simbólica y su funcionamiento se basa en el razonamiento (lógicas)
  - Los **agentes** se implementan para que puedan **resolver tareas especificadas por nosotros**
  - Queremos decirle al agente **qué hacer**, pero **no cómo hacerlo** (declarativo vs imperativo)
  - El agente debe tener capacidad para **elegir sus objetivos** y como conseguirlos

- ⊙ Basadas en una **visión simbólica de la IA**
- ⊙ Las decisiones se basan en la lógica simbólica
- ⊙ Se tiene un modelo del entorno y se actúa según ese conocimiento
- ⊙ **Problemas:**
  - Cómo representar del mundo exterior a partir de formalismos lógicos (**transductor problem**)
  - Cómo resolver el proceso de razonamiento que lleva a las decisiones (**representation/reasoning problem**)



- ⊙ Razonamiento basado en el denominado **razonamiento práctico**
- ⊙ Modela el proceso que realizamos al decidir qué acción llevamos a cabo cada momento para perseguir unos fines (análisis medios - fines)
- ⊙ Basado en dos procesos
  - Decidir qué objetivos queremos conseguir (**Deliberación**)
  - Decidir cómo conseguirlos (**Razonamiento de medios fines**)
- ⊙ Los agentes se definen en función de:
  - **Creencias (Beliefs)**:Cuál es mi visión del mundo
  - **Deseos (Desires)**: Qué opciones tengo según mis creencias
  - **Intenciones (Intentions)**: Qué objetivos voy a perseguir

# Sistemas Multiagente - Estándares

---

- ⊙ La interacción social entre agentes obliga a definir y desarrollar arquitecturas que soporten esta dimensión
- ⊙ Es necesaria una capa intermedia entre los agentes que permita la **interconexión/organización/comunicación**
- ⊙ Este software de soporte se denomina **plataformas de agentes**
- ⊙ Este middleware correspondería a la infraestructura definida por SOA RM/RAF

- ⊙ **FIPA** (Foundation for Intelligent Physical Agents) es un grupo de estandarización de IEEE que ha definido un conjunto de estándares sobre agentes
- ⊙ FIPA definió una **arquitectura abstracta** que debería seguir toda implementación de una plataforma multiagente
- ⊙ Está compuesta por:
  - Un directorio de agentes
  - Un directorio de servicios
  - Un mecanismo de transporte de mensajes
  - Un lenguaje de comunicación de agentes (ACL)