

# Revisión del estado del arte en mas

David Oviedo Olmedo

Dpto. Tecnología Electrónica – [oviedo@dte.us.es](mailto:oviedo@dte.us.es)



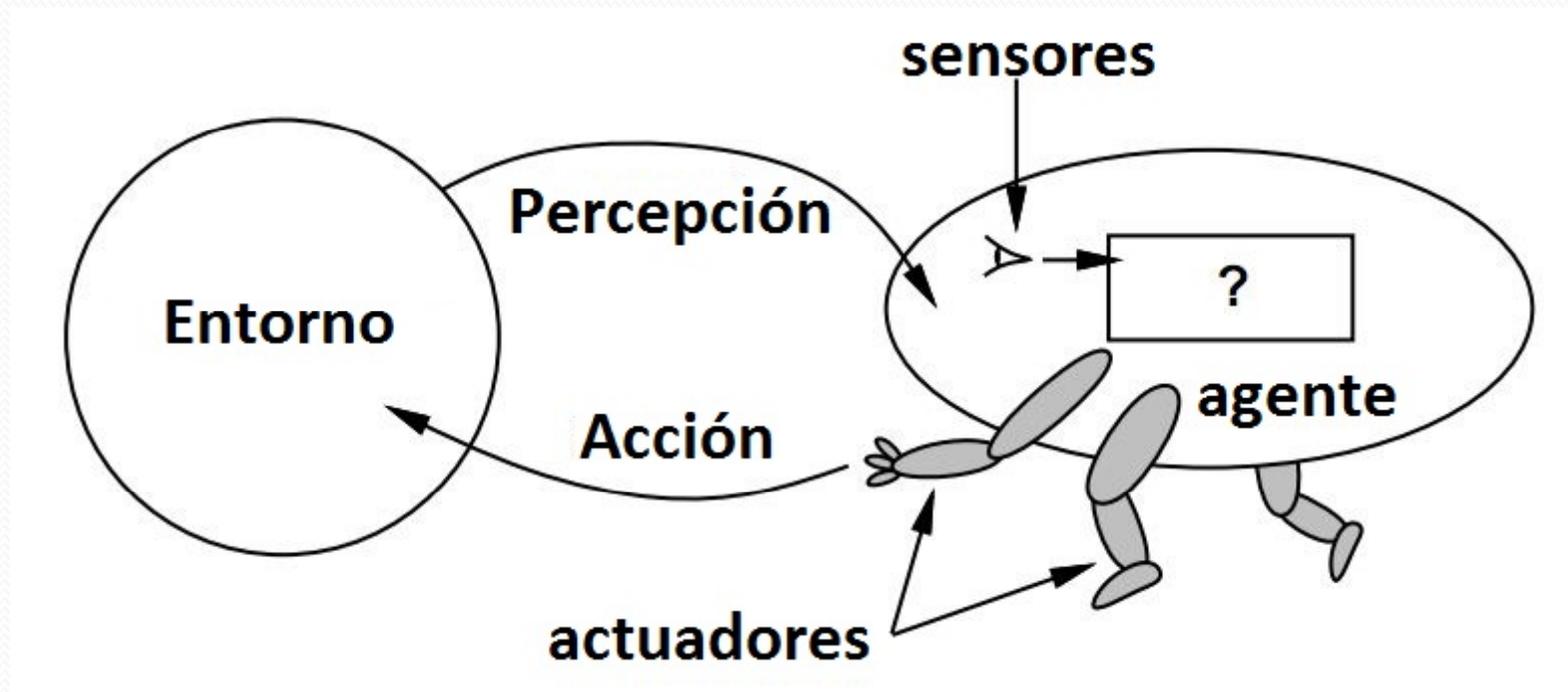
# Índice

- Agentes
- Propiedades de los agentes SW
- Tipos de Agentes
- Sistemas Multiagente
- Cooperación, Coordinación y Negociación
- Funcionamiento de un MAS
- Ontologías y Lenguajes de comunicación
- Herramientas de Desarrollo
- Aprendizaje en el MAS
- Usos / Aplicaciones
- Metodología de programación

# Agentes

- “Entidad que percibe y actúa en un entorno”

(Russell 1995)





# Propiedades de los agentes SW

- **Continuidad Temporal:** Un agente debe ejecutarse de forma continua y desarrollar las funciones para las que se ha creado dentro de su ciclo de vida.
- **Autonomía:** Los agentes actúan sin intervención humana directa o de otros agentes y tienen alguna clase de control sobre sus acciones y estado interno, a diferencia del software tradicional que se ejecuta en entornos interactivos, donde responde a órdenes directas del usuario.
- **Sociabilidad:** Capacidad de interactuar con otros agentes (incluso humanos) utilizando alguna clase de lenguaje de comunicación de agentes. Los agentes deben colaborar entre sí para la ejecución de tareas.
- **Movilidad:** Capacidad de un agente de trasladarse a través de una red de datos o comunicaciones de un nodo de la misma a otro.



# Propiedades de los agentes SW

- **Reactividad:** El agente percibe el entorno en el que está inmerso y responde de manera oportuna a cambios que tienen lugar en él (para actuar adecuadamente un agente debe poder conocer en todo momento el "mundo" que le rodea).
- **Adaptabilidad:** El agente es capaz de actualizar su base de conocimiento y su comportamiento a partir de las percepciones que recibe del entorno y de sus comportamientos anteriores (aprender).
- **Benevolencia:** Los agentes deben cooperar entre sí para conseguir sus objetivos siempre y cuando estos no entren en conflicto.\
- **Racionalidad:** El agente deberá siempre realizar aquello que crea correcto o adecuado a partir de los datos que percibe del entorno para llegar a cumplir sus objetivos.

# Tipos de Agentes

- Fundamentalmente dos: Agentes Reactivos (base guiada) y Agentes Cognitivos (procesos deductivos)
- A nivel de arquitectura se definen otros tipos:
  - Deliberativa (toma de decisiones= proceso deductivo)
  - Reactiva (mapear percepciones en acciones)
  - En Niveles (basado en capas, jerarquía)
  - Razonamiento práctico ( BDI – Creencias, Deseos, Intenciones)

# Agentes BDI (Belief-Desire-Intention)

- Un agente BDI es un tipo de agente racional que presenta *actitudes mentales*: Creencias (Beliefs), Deseos (Desires) e Intenciones (Intentions).

(Bratman, M. E. [1987] (1999))

- **Creencias:** Representan el estado de información del agente, es decir, sus conocimientos sobre el entorno (sobre si mismo y sobre otros agentes).
- **Deseos:** Los deseos o metas representan los objetivos o las situaciones que el agente quisiera lograr o causar.
- **Intenciones:** Las intenciones representan los planes del agentes o lo qué el agente ha elegido hacer. Los planes son secuencias de acciones que un agente puede realizar para alcanzar una o más de sus intenciones.

# Sistemas Multiagente

- Un **sistema multiagente** (**SMA ó MAS en inglés**) es un sistema compuesto por múltiples agentes inteligentes que interactúan entre ellos.
- Cada agente no tiene información completa ni capacidad para resolver el problema por sí solo. Tienen puntos de vista limitados.
- No hay un sistema de control global. Los datos están descentralizados.
- Computación asíncrona.

# Cooperación, Coordinación y Negociación

- Para interactuar satisfactoriamente, los agentes necesitan las habilidades de cooperación, coordinación y negociación.
  - Dichas habilidades requieren de una estructura social, es decir, una organización que repercute en la respuesta del MAS.
  - Pueden ser puestas al servicio del grupo (Cooperación) ó ser utilizadas desde un punto de vista interno (Negociación)
- En todo caso, dichas habilidades deben ser utilizadas por los agentes para llevar a cabo sus objetivos propios y los del sistema.



# Funcionamiento de un MAS

- Las tareas a realizar por el sistema deben asignarse y distribuirse entre los agentes que lo conforman
- Los agentes deben ser capaces de comunicarse de forma efectiva
  - Aprender de su entorno y de otros agentes
  - Coordinarse con otros agentes
  - Utilizar un mismo lenguaje de comunicación

# Ontologías y Lenguajes de comunicación

- Para que los agentes se comuniquen entre ellos, deben compartir el mismo idioma, vocabulario y protocolos.
- Una **ontología** específica define su propio vocabulario y semántica del contenido para los mensajes intercambiados por los agentes.
- El Lenguaje de Comunicación (ACL) es una colección de tipos de mensajes y actos comunicativos con semánticas acordadas para el intercambio de conocimiento e información.

# Lenguajes de Comunicación

- Existen principalmente dos especificaciones a seguir para los lenguajes de comunicación utilizados en un sistema multiagente:
  - **KSE** (*Knowledge Sharing Effort*, ARPA 1990)
    - ✓ Sintaxis: KIF (Knowledge Interchange Format)
    - ✓ Semántica: Ontolingua (definición de ontologías)
    - ✓ Pragmática: KQML (Knowledge Query Manipulation Language)
  - **FIPA** (*Foundation for Intelligence Physical Agents*, 1996)
    - ✓ FIPA ACL
      - ✓ Basado en la teoría de actos del habla
      - ✓ Performativas
      - ✓ SL (Semantic Language)

# Herramientas de Desarrollo

- Plataformas de desarrollo (Existen muchas más)

Plataforma	Licencia	Lenguaje	Dominio
ABLE	Open Source	Able Rule Language	Construcción de agentes inteligentes haciendo uso de maquinas de aprendizaje y razonamiento
iGen	Propietario	C,C++,Java	Modelado de diversos aspectos biológicos del ser humano
ADK	GPL	Java	Aplicaciones con una alta escalabilidad
ZEUS	Open Source	Visual Editors	Sistemas multi-agente basados en reglas y scripting
JASA	GPL	Java	Simulación de entornos económicos
AgentBuilder	Propietario	KQML, Java, C++	Sistemas multi-agente de propósito general
JADE	GPL	Java	Sistemas multi-agente de propósito general

- **Sistemas gestores/editores de ontologías:**
  - Protégé 2000
  - (Zeus, JADE)

# Aprendizaje en el MAS

- La capacidad de **aprendizaje** permite a los agentes adaptarse a las nuevas situaciones que aparecen en el entorno.
- El **aprendizaje**, como la **inteligencia**, es un fenómeno social en los MAS. Los agentes aprenden de forma distribuida e interactiva, afectándose los unos a los otros.
- Los sistemas utilizados para el aprendizaje son los desarrollados en el campo de la Inteligencia Artificial

# Aprendizaje en MAS

- **IA subsimbólica:** sistemas que "*piensen*" de forma inteligente. Es decir, que reproduzcan los mecanismos y procesos mentales de los seres inteligentes. Ejemplo: Redes Neuronales Artificiales.
- **IA simbólica:** sistemas que "*actúen*" de forma inteligente. Es decir, lo que importa es que el resultado obtenido se considere "inteligente". Ejemplo: Sistemas Expertos, FMS, ...

# Usos / Aplicaciones

- Gran número de aplicaciones en diversos campos:
  - Servicios de información en Internet
  - Recuperación y extracción de información
  - Comercio Electrónico
  - Mercado de servicios electrónico
  - Negociación
  - Equipos móviles y PCs domésticos
  - Redes públicas de telecomunicaciones
  - Provisión de servicios bajo demanda
  - Descentralización del control y gestión de redes
  - Gestión de procesos (workflow)
  - Simulación de sistemas dinámicos
  - Juegos
  - Robótica

# Referencias de aplicación

ÁMBITO DE APLICACIÓN	REFERENCIAS	
Planificación y Control de la Producción	(Tchickou y Gouardres (2003) Herramienta de control	(Caridi y Cavalieri, 2004) Adopción de los MAS en la Planificación y control producción
	(Lima et al., 2008) Planificación y control de la producción en sist. distribuidos	(Mahesh et al. 2007) Marco MAS genérico: diseño, planif., prog., fab. y monitor.
Cadena de Suministro	(Fox et al., 1993) Proyecto ISCM	(Sadeh et al., 1999) Proyecto MASCOT
	(Carvalho y Custódio, 2005) MAS completo basado en pizarras para SC genérica	(Guo et al., 2004) MAS como herramienta APS enriquecida con contexto histórico
Transporte y Logística	(Böcker et al., 2001) Generación de programación para compartición vías/acopl. trenes	Zhou et al., (2004) Horarios operaciones de mantenimiento autobuses
	Tomás y García, (2005) Gestión incidentes meteorológicos	(Van Dam et al., 2007) Localización de hubs para transporte intermodal

# Conclusiones

- No es algo nuevo (Con más de dos décadas de estudio)
- Se trata de una tecnología multidisciplinar (corrientes tecnológicas de la IS, la IA, y las telecomunicaciones)
- No es la panacea
- Ventajas del desarrollo con agentes:
  - ✓ Son amigables, flexibles, adaptables a los usuarios, robustos...
  - ✓ Menor coste (facilitan la reutilización)
  - ✓ Reducción del mantenimiento
    - La funcionalidad puede cambiarse modificando sus conocimientos, estrategias y objetivos.
    - La funcionalidad puede extenderse incluyendo nuevos agentes, nuevo conocimiento y nuevos objetivos en cada agente.
  - ✓ Se integran y son compatibles con otras tecnologías (web, BDs, componentes...)
  - ✓ Simplifica labor de ingenieros, utilizando patrones de agente para concentrar los esfuerzos en la definición del comportamiento.

# Evolución en las metodologías de programación

Sistemas multiagente

Sistemas basados en componentes

Programación orientada a objetos

Programación modular

Programación estructurada

Programación máquina

# Evolución en las metodologías de programación

Objeto ➡ Componente ➡ Agente ➡ MAS

- ✓ Estado
- ✓ Comportamiento
- ✓ Interfaz
- ✓ Herencia

- ✓ Reflexión
- ✓ Empaquetado
- ✓ Serialización
- ✓ Repositorio
- ✓ Seguridad

- ✓ ACL
- ✓ Razonamiento
- ✓ Planificación
- ✓ Movilidad
- ✓ Reglas de decisión
- ✓ ...
- ✓ Objetivos y tareas
- ✓ Aprendizaje
- ✓ Ontologías
- ✓ Colaboración
- ✓ Roles

- ✓ Estructuras organizativas
- ✓ Roles en la organización
- ✓ Normas
- ✓ Recursos
- ✓ Objetivos comunes