

Sistemas Multiagente

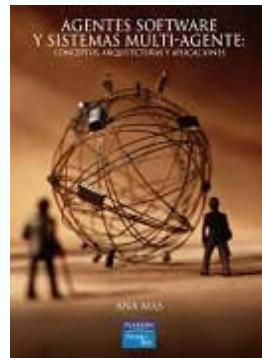
Tema 1.1: Conceptos

Authors: Vicent Botti, Vicente Julián

Índice

- Los Orígenes de la Informática.
- ¿Donde estamos?
- Tecnologías de Agente y Acuerdo
- Un caso de estudio.

Bibliografía

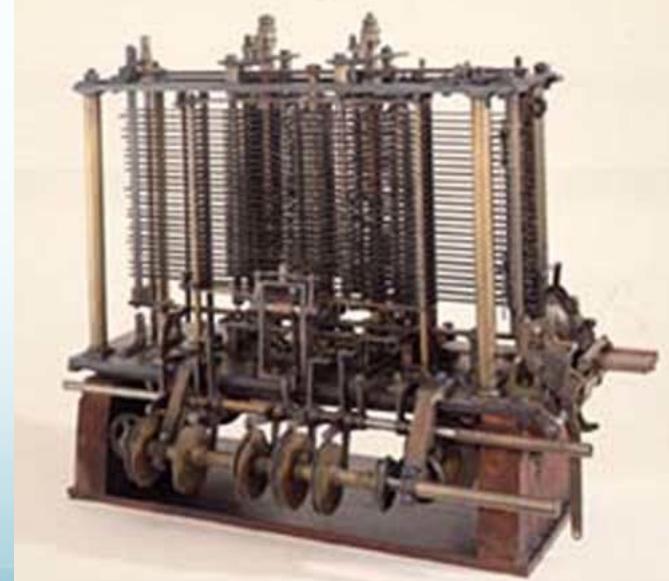
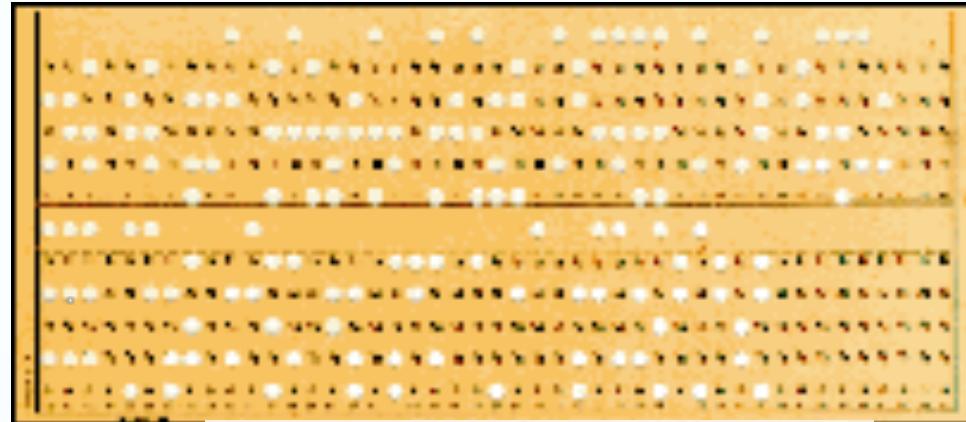


Agentes software y sistemas multi-agente
Juan Pavón / José L. Pérez
2004, 352p.

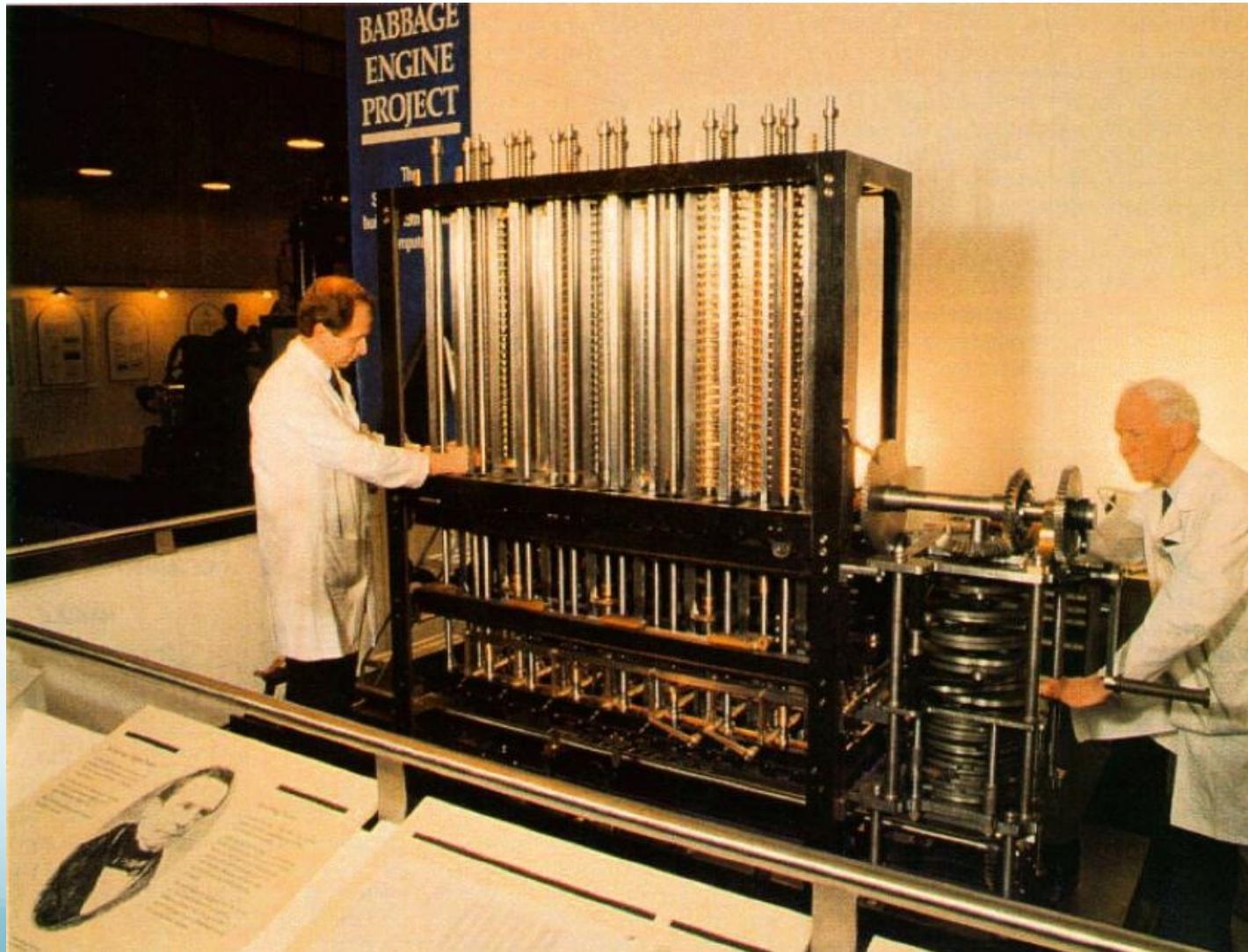


Agreement Technologies
Series: Law, Governance and Technology Series,
Vol. 8
Ossowski, Sascha (Ed.)
2013, XXXV, 645 p. 133 illus.
Springer Verlag
eBook ISBN 978-94-007-5583-3
Hardcover ISBN 978-94-007-5582-6

Los Orígenes de la Informática

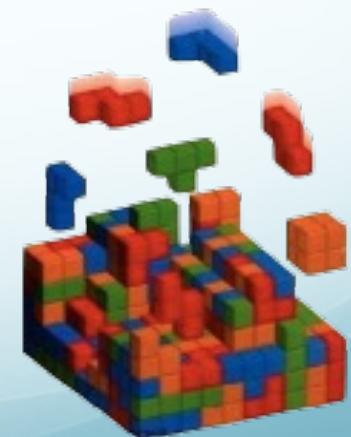


Los Orígenes de la Informática

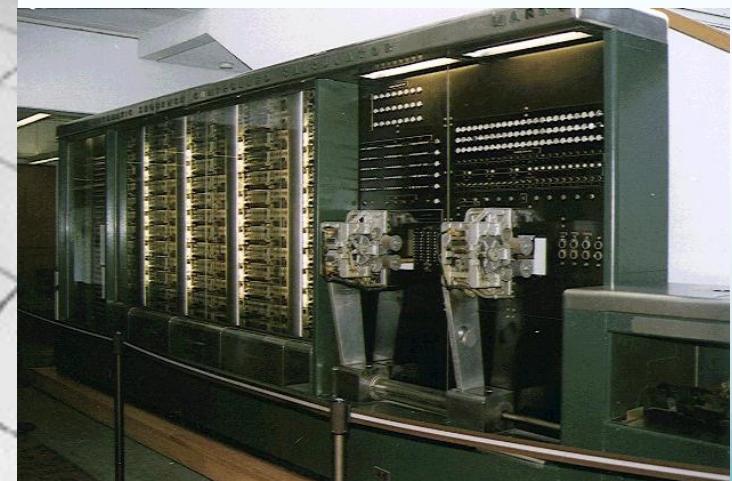


Los Orígenes de la Informática

- Programación Estructurada.
 - A finales de los años 1960 surgió una nueva forma de programar que no solamente daba lugar a programas fiables y eficientes, sino que además estaban escritos de manera que facilitaba su comprensión posterior.



Los Orígenes de la Informática



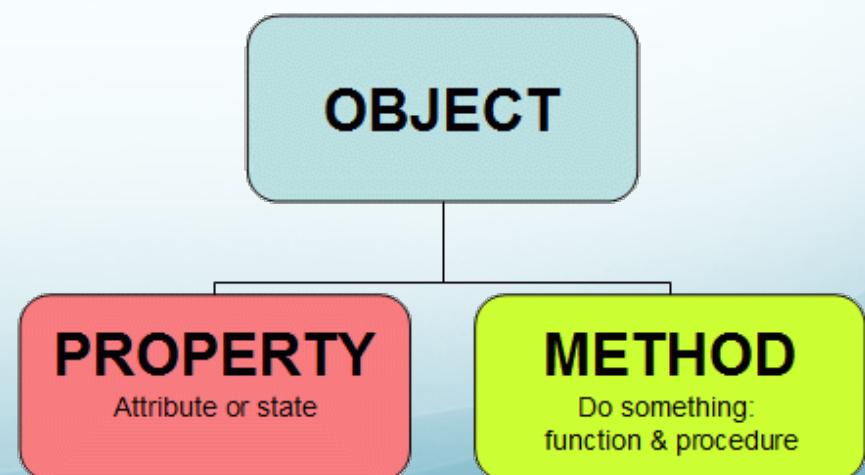
Los Orígenes de la Informática

- Ingeniería del Software.
 - Este término fue introducido a finales de los 60 a raíz de la crisis del software.
 - Crisis fue el resultado de la introducción de la tercera generación del hw (el hw dejé de ser un impedimento para el desarrollo de la informática).
 - La IS redujo los costos y mejoró la calidad y eficiencia en el sw producido



Los Orígenes de la Informática

- Programación Orientada a Objetos.
 - Los conceptos de la programación orientada a objetos tienen origen en Simula 67, un lenguaje diseñado para hacer simulaciones, creado por Ole-Johan Dahl y Kristen Nygaard del Centro de Cómputo Noruego en Oslo.
 - Concepto de Frame, Marvin Minsky 1974.



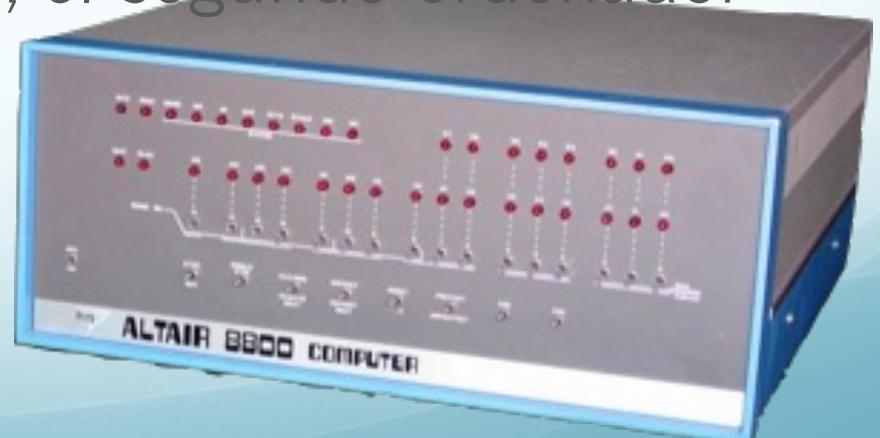
Los Orígenes de la Informática

- Internet.
 - La primera red interconectada nace el 21 de noviembre de 1969, cuando se crea el primer enlace entre las universidades de UCLA y Stanford por medio de la línea telefónica conmutada, y gracias a los trabajos y estudios anteriores de varios científicos y organizaciones desde 1959.
 - La red de computadoras ARPANET (Advanced Research Projects Agency Network) fue creada por encargo del Departamento de Defensa de los Estados Unidos como medio de comunicación para los diferentes organismos del país. El primer nodo se creó en la Universidad de California, Los Ángeles y fue la espina dorsal de Internet hasta 1990, tras finalizar la transición al protocolo TCP/IP en 1983.



Los Orígenes de la Informática

- 1975: se comercializa el Altair 8800, el primer ordenador personal.
- 1975: Bill Gates y Paul Allen fundan Microsoft.
- 1976: Steve Jobs y Steve Wozniac fundan la Apple Computer, Inc.
- 1977: se presenta la Apple II, el segundo ordenador personal de la historia.



Los Orígenes de la Informática

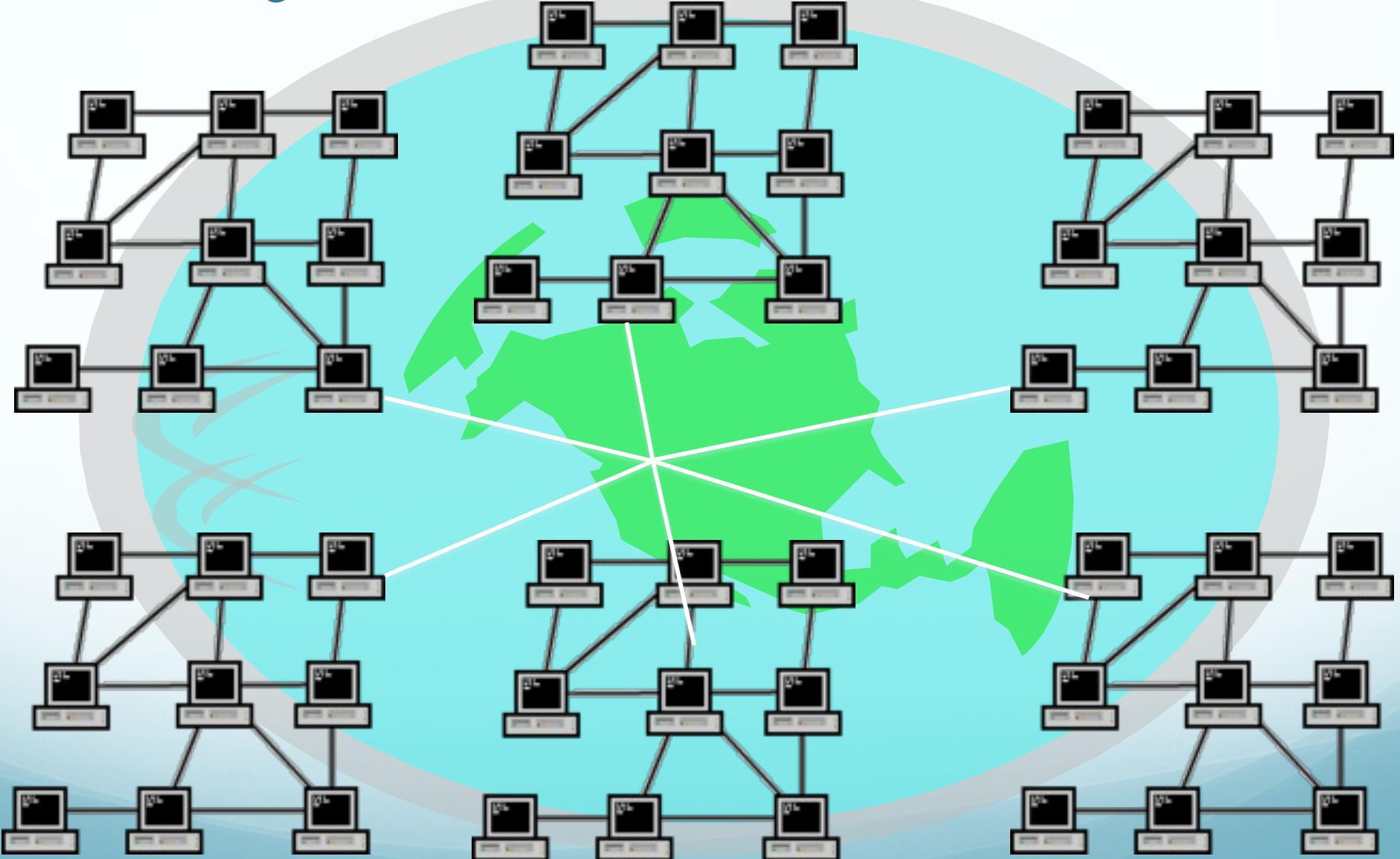
- World Wide Web (o la "Web") o Red Global Mundial es un sistema de documentos de hipertexto y/o hipermedios enlazados y accesibles a través de Internet (páginas web que pueden contener texto, imágenes, videos u otros contenidos multimedia).
- La Web fue creada alrededor de 1989 por el inglés Tim Berners-Lee y el belga Robert Cailliau mientras trabajaban en el CERN en Ginebra, Suiza, y publicado en 1992.



¿Donde estamos?



¿Donde estamos?



Cinco tendencias en la Historia de la Informática

- Ubicuidad,
- Interconexión,
- Inteligencia,
- Delegación, y
- Orientación humana

Ubicuidad

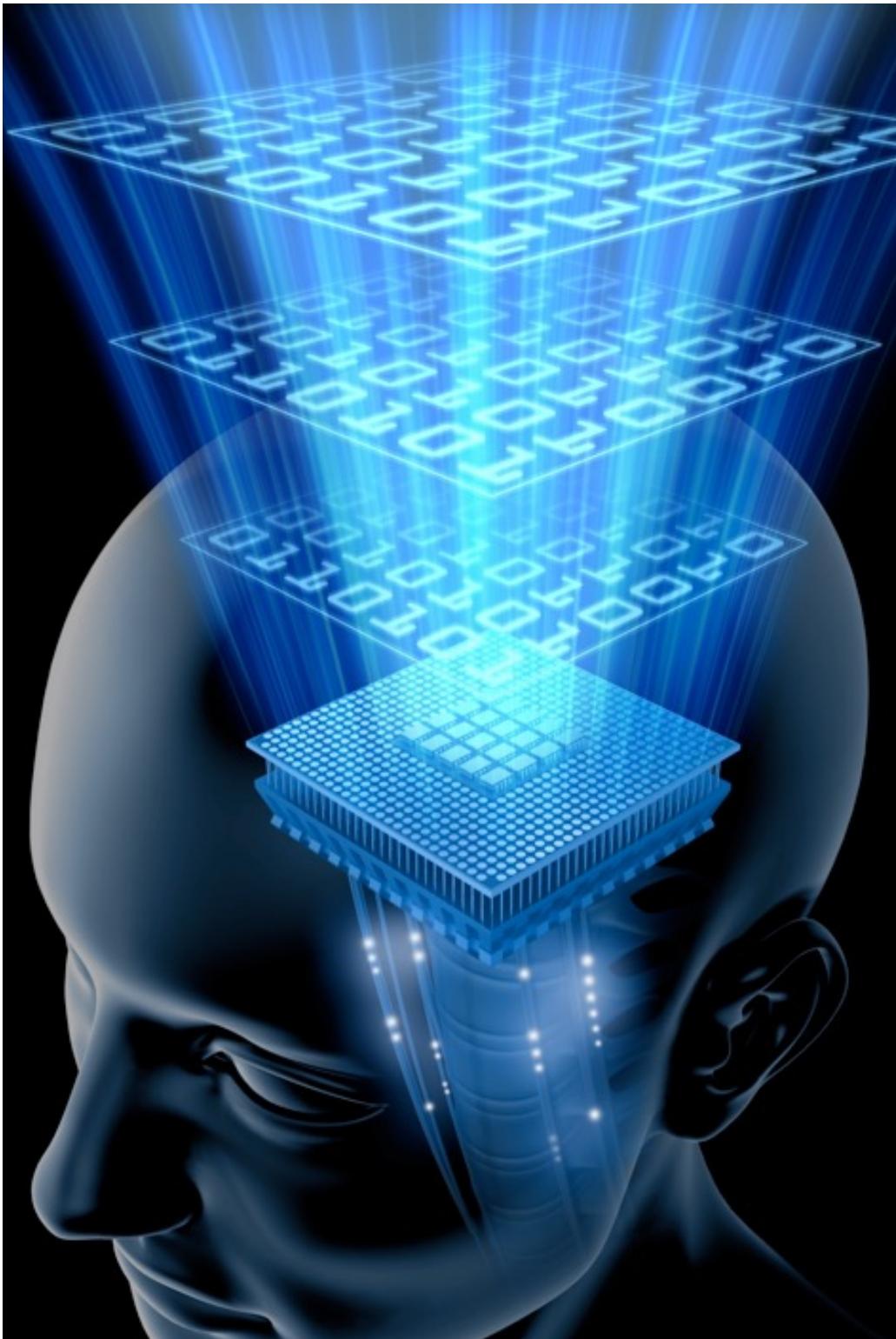
- La continua reducción en el costo de la computación hace posible introducir potencia de procesamiento en lugares y dispositivos donde antes era antieconómico.
- Según crece la capacidad de procesamiento, la sofisticación (inteligencia de una clase) se convierte en omnipresente.
- ¿Qué podría beneficiarse de tener un procesador empotrado en él?



Interconexión



- Los sistemas informáticos ya no están aislados, sino que están en red en grandes sistemas distribuidos.
- Internet es un ejemplo obvio, pero la red se está extendiendo y sus tentáculos cada vez son mayores y de mayor alcance.
- Al convertirse los Sistemas Distribuidos en la norma, algunos investigadores están desarrollando modelos teóricos que describen la computación básicamente como un proceso de interacción

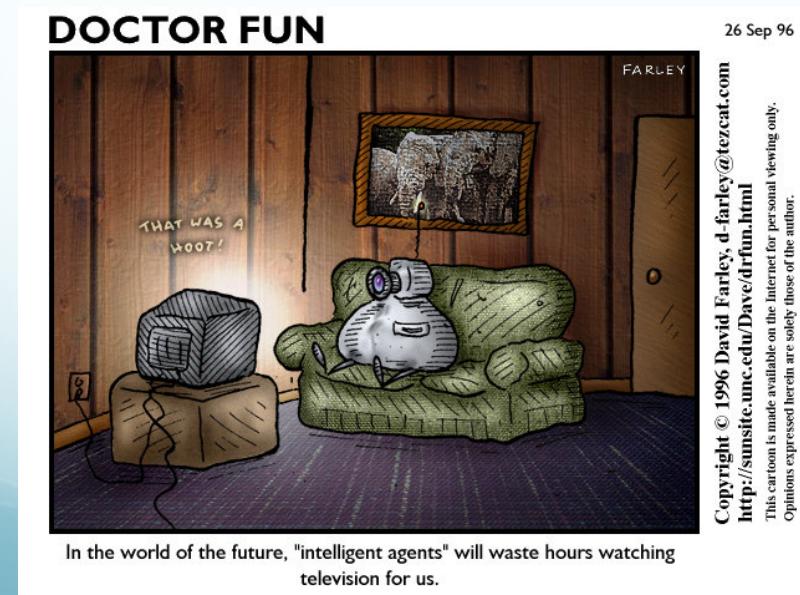


Inteligencia

- La complejidad de las tareas que somos capaces de automatizar y delegar a los ordenadores ha crecido (y está creciendo) constantemente.
- Si no te sientes cómodo con esta definición de "inteligencia", probablemente es porque eres un ser humano...

Delegación

- Los computadores hacen más por nosotros... sin nuestra intervención.
- Damos el control a los comps., incluso en tareas críticas de seguridad.
- Ejs.: pilotos automs. de los aviones, control autom. de vel. de vehículos.
- Lo próximo: pilotos automs. de coches, sistemas inteligentes de frenado, control de crucero que mantiene la distancia con los coches de delante, ...



Orientación Humana

- El moverse desde vistas orientadas a la máquina de programación hacia conceptos y metáforas que reflejan más fielmente la forma en que nosotros mismos comprendemos el mundo.
- Programadores (¡y usuarios!) se refieren a la máquina de forma diferente.
- Los programadores conceptualizan e implementan sw en términos de abstracciones de cada vez más alto nivel – más orientadas al humano –

¿Dónde Estamos?

- Informática Distribuida
- Servicios web.
- Computación orientada al servicio.
- Sistemas multiagente.
- Sistemas grid



¿Dónde estamos? Web Semántica

- La Web fue diseñada para ser utilizada por humanos y su potencia está limitada a la habilidad de los humanos para navegar a través de diferentes fuentes de información.
- La web semántica tiene como objetivo para anotar sitios web con marcado semántico: información en una forma procesable por un ordenador, típicamente en relación con el contenido del sitio web.
- La idea es que este marcado permitirá a los navegadores (etc) proporcionar servicios más ricas y significativas para los usuarios
- ‘I have a dream for the Web [in which computers] become capable of analysing all the data on the Web – the content, links, and transactions between people and computers. A ‘Semantic Web’ , which should make this possible, has yet to emerge, but when it does, the day-to-day mechanisms of trade, bureaucracy and our daily lives will be handled by machines talking to machines. The ‘intelligent agents’ people have touted for ages will finally materialise.’ (Berners-Lee, 1999)



¿Dónde estamos? Web Semántica

- Aplicaciones web independientes tienen que compartir y procesar datos enlazados en la red.
- Se requiere:
 - Razonar automática. sobre sus contenidos.
 - Descripciones de medios y contenidos para mejorar la búsqueda y la gestión.
 - Descrs. ricas de servicios web para mejorar y permitir comp. y descubr.
 - Interfaces comunes para simplificar la integración de sistemas dispares.
 - Un lenguaje común para intercambiar inform. semántica entre entidades.
- Organizaciones Virtuales

¿Dónde estamos? Servicios Web y Computación Orientada al Servicio

- Servicios Web: medio estándar de interoperación entre aplicaciones sw diferentes, que se ejecutan en diversas plataformas diferentes.
- Sistemas Distribuidos como cjto. de proveeds. y consumids. de servicios.
- Servicios Web pueden ser realizados por **agentes** que envían y reciben mensajes, mientras que los servicios son los recursos caracterizados por la funcionalidad proporcionada. Los agentes pueden ejecutar una tarea en nombre de un usuario, un servicio web proporciona esta funcionalidad en nombre de su propietario, una persona u organización.



Organizaciones Virtuales

¿Dónde Estamos? Computación GRID

- Originalmente diseñados para proporcionar potencia de cálculo (CERN)
- El futuro del GRID no es proporcionar potencia de cálculo, sino proporcionar información y conocimiento en una economía orientada al servicio
- Objetivo del GRID: desarrollar Sistemas Distribuidos abiertos de gran escala, capaces de poder eficazmente y de forma automática desplegar y redesplegar recursos computacionales (y otros) para resolver grandes probs. de cálculo:
 - - Enormes conjuntos de datos;
 - - Enormes requisitos de procesamiento.
- La Investigación GRID actual se centra principalmente en el middleware



Organizaciones Virtuales

¿Dónde Estamos? Computación GRID

- Las comunidades GRID y la de agentes tienen como objetivo el desarrollo de Sistemas Distribuidos Abiertos desde diferentes perspectivas.
- La comunidad GRID históricamente se ha centrado en:
 - infraestructuras interoperables y herramientas para la compartición de recursos segura y fiable en organizaciones virtuales (OV) dinámicas y distribuidas geográficamente,
 - y la aplicación a diversos escenarios de federación de recursos.
- La comunidad de agentes se ha centrado en el desarrollo de conceptos, metodologías y algoritmos para solucionadores de problemas autónomos que pueden actuar con flexibilidad en entornos inciertos y dinámicos con el fin de lograr sus objetivos. (Foster et al, 2004)

¿Dónde Estamos? Inteligencia Ambiental y Computación Ubicua

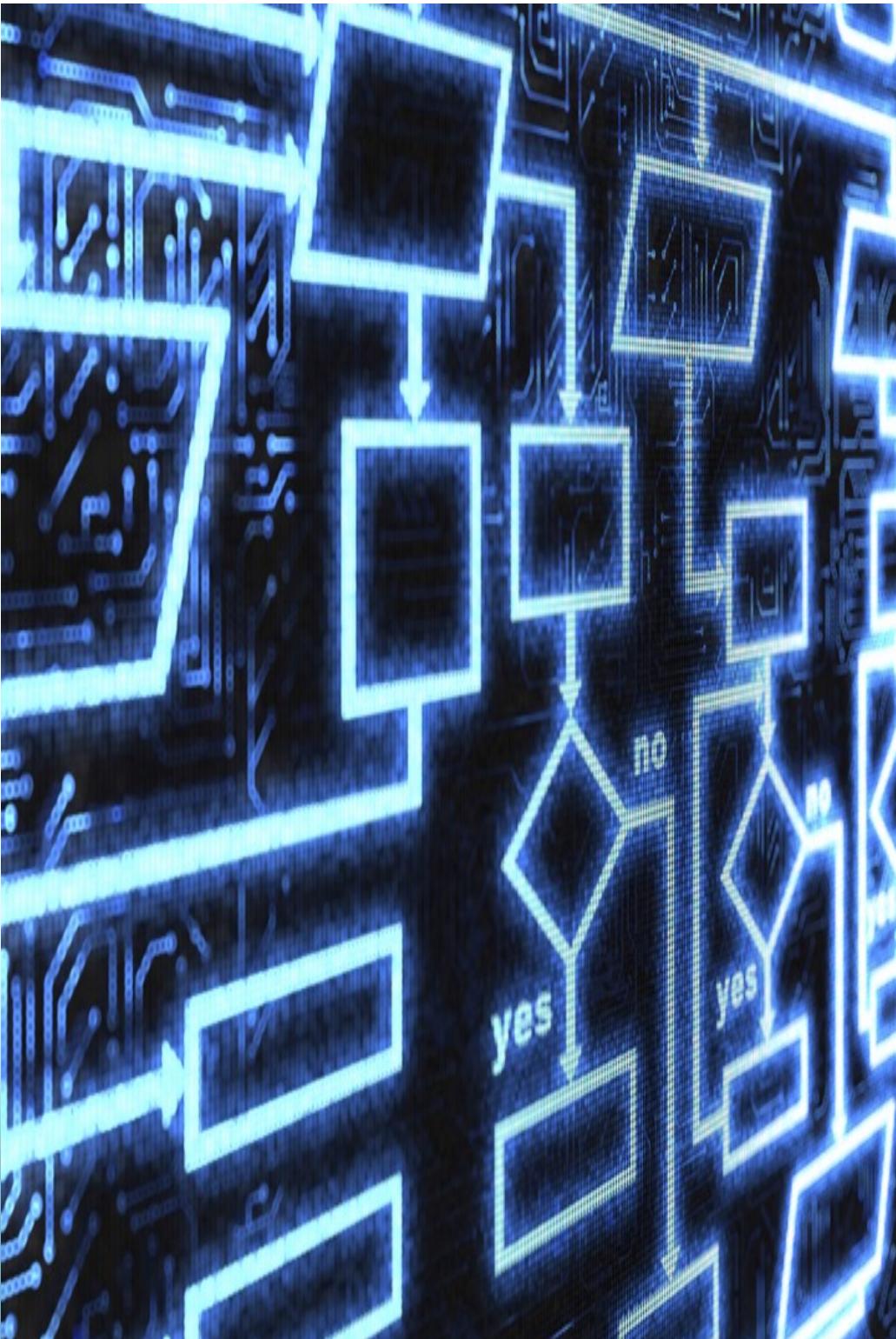
- Poblaciones de entidades computacionales - hw y sw - se convertirán en una parte efectiva de nuestro entorno, realización de tareas que satisfacen nuestras necesidades sin nuestra dirección constante, lo que permite que no seamos conscientes de ellas.
- Servicios y aplicaciones ubicuos (dispositivos móviles).
- Componentes que requieren autonomía, distribución, adaptación, responsabilidad, escalabilidad.
- Interacciones entre pares de componentes, entre grupos, entre componentes y recursos.



Organizaciones Virtuales

Evolución de la Programación

- La programación ha progresado pasando por:
 - código máquina;
 - lenguaje ensamblador;
 - lenguajes de programación independientes de la máquina;
 - subrutinas;
 - procedimientos & funciones;
 - tipos abstractos de datos;
 - objetos;
- hasta
 - agentes.

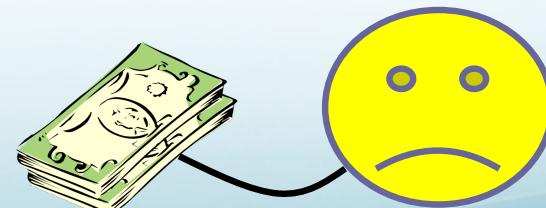
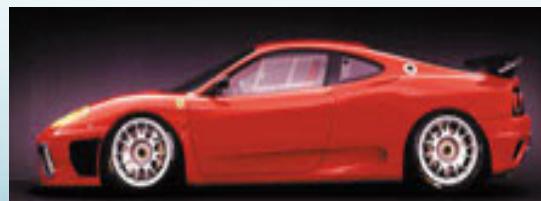


¿Dónde Estamos?

- La evolución tecnológica de los últimos años (Internet, WWW, Comercio Electrónico, conectividad inalámbrica, etc.) ha dado lugar a un nuevo paradigma de computación para sistemas informáticos distribuidos:
 - la computación como interacción
 - La computación ocurre mediante y a través de la comunicación entre entidades computacionales.
 - La computación es una actividad inherentemente social, en lugar de solitaria, llevando a nuevas formas de concebir, diseñar, desarrollar y manejar sistemas computacionales. Y donde se requieren:
 - Tecnología de Agente/ SMA y Tecnologías del Acuerdo

Agente: Una primera definición

- Un agente es un sistema informático que es capaz de actuar independientemente (autónomamente) en representación de su usuario o propietario (averiguando que tiene que hacer para satisfacer los objetivos de diseño, en lugar de estar constantemente preguntando)
 - Capacidad de actuar: el agente puede modificar su entorno mediante acciones.
 - Las acciones tienen precondiciones.
 - Decidir de entre sus posibles acciones cual debería ejecutar para satisfacer lo mejor posible sus objetivos de diseño.



¿Qué es un agente?

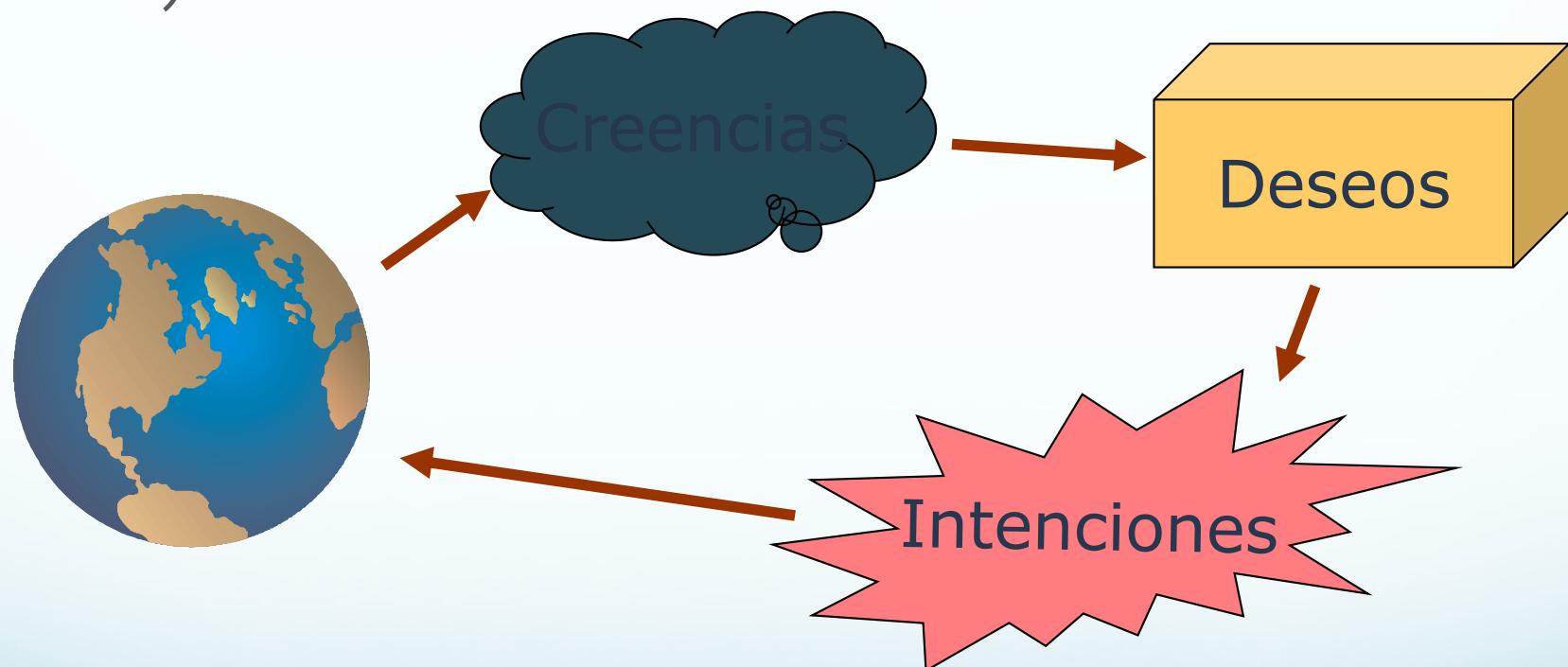
❖ Wooldridge:

Cualquier proceso computacional dirigido por el objetivo capaz de interaccionar con su entorno de forma **flexible** y **robusta**



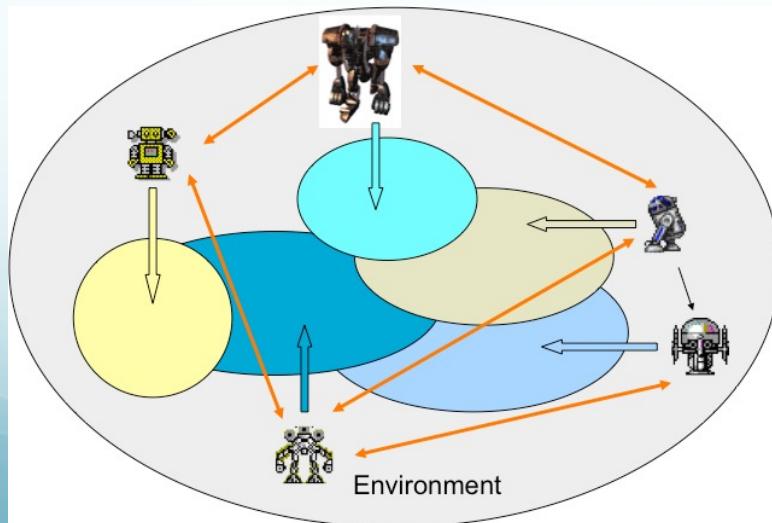
¿Cómo piensan los agentes?

- Modelo BDI (Beliefs, Desires, Intentions) (Bratman, 1987)



Sistema Multiagente: Una primera definición

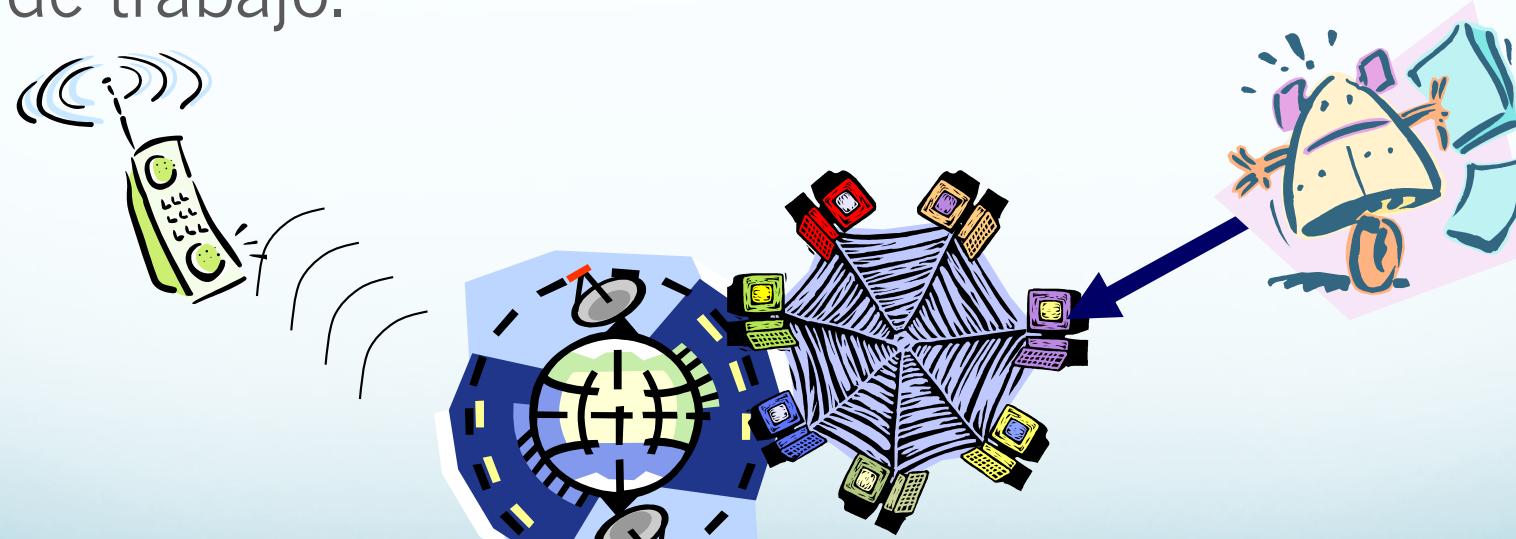
- Un sistema multiagente está constituido por un conjunto de agentes (dos o más agentes) que interactúan los unos con los otros. En el caso más general, los agentes actuarán en representación de usuarios que tienen diferentes objetivos y motivaciones. Para interactuar con éxito, requerirán capacidades para cooperar, coordinarse y negociar con cada uno de los otros, tal como hace la gente.



¿Qué es un Sistema Multi-Agente?

- Ejemplo:

Una conversación entre Juan (residente en Madrid) y Carmen (residente en Sevilla) para decidir una reunión de trabajo.



¿Cómo funciona un SMA?



¿Cómo funciona un SMA?



Juan



Juan escucha y asiente

Está bien, podemos quedar entonces la semana que viene, preguntemos a nuestras agendas...



Carmen



¿Cómo funciona un SMA?



¿Cómo funciona un SMA?



Juan

Asistente, ¿me organizas el viaje?

Sí Juan.

Te propongo salir en el AVE de Madrid el miércoles 10 de abril de 2003 a las 8 de la mañana, llegada a Sevilla 11.30, en clase preferente para que puedas desayunar bien. Vuelta, salida el jueves 11 de abril de 2003 a las 11 de la mañana, llegada a Madrid a las 13.30. en clase turista

Lo confirmo?



¿Cómo funciona un SMA?



Sí, perfecto



Alojamiento en el hotel Puerta de Triana, la noche del miércoles al jueves
Lo confirmo?

Viaje organizado. Tren y hotel confirmados.
De los restaurantes del almuerzo y la cena se ocupa la Sra. Carmen.

Juan

Sí, muy bien.
Muchas gracias asistente



¿Cómo funciona un SMA?

- El agente monitoriza la actividad del usuario
 - Lee/escucha la conversación del usuario
 - Reconoce patrones en la conversación
 - Deduce información y objetivos en función de experiencia pasada



¿Cómo funciona un SMA?

- El agente persigue satisfacer sus objetivos
 - Toma decisiones
 - Puede descomponer objetivos en subobjetivos
 - Ejecuta tareas

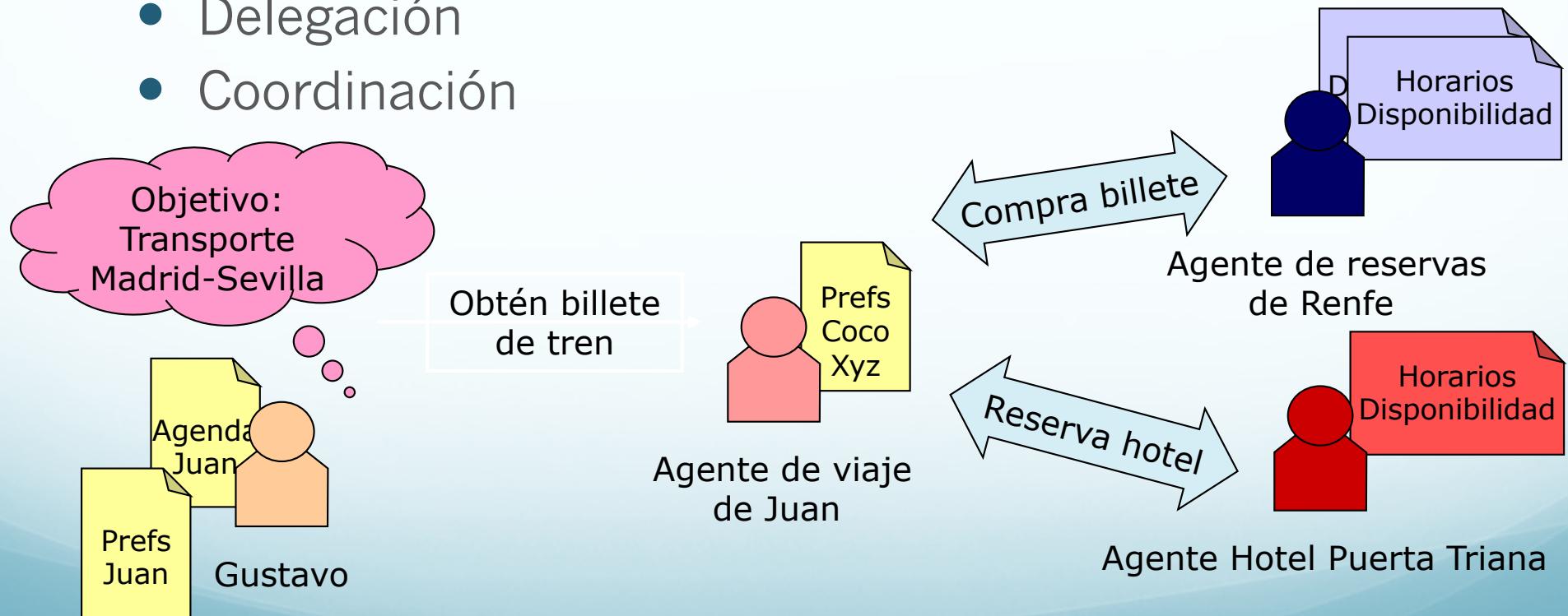
¿Cómo funciona un SMA?

- Para cumplir objetivos necesita la colaboración con otros agentes
 - Negociación
 - Delegación
 - Coordinación



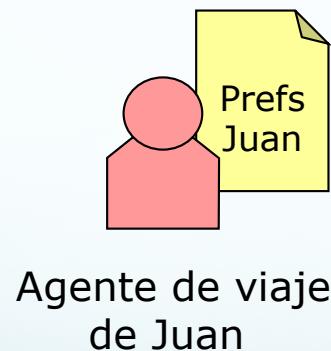
¿Cómo funciona un SMA?

- Para cumplir objetivos necesita la colaboración con otros agentes
 - Negociación
 - Delegación
 - Coordinación

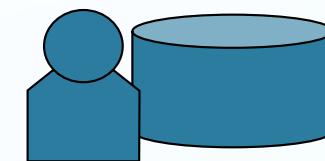


¿Cómo funciona un SMA?

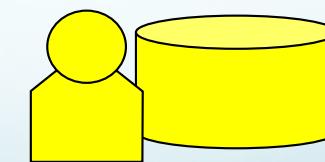
- Los agentes necesitan servicios de localización de agentes
 - Páginas blancas
 - Páginas amarillas



Agente de reservas de Renfe?

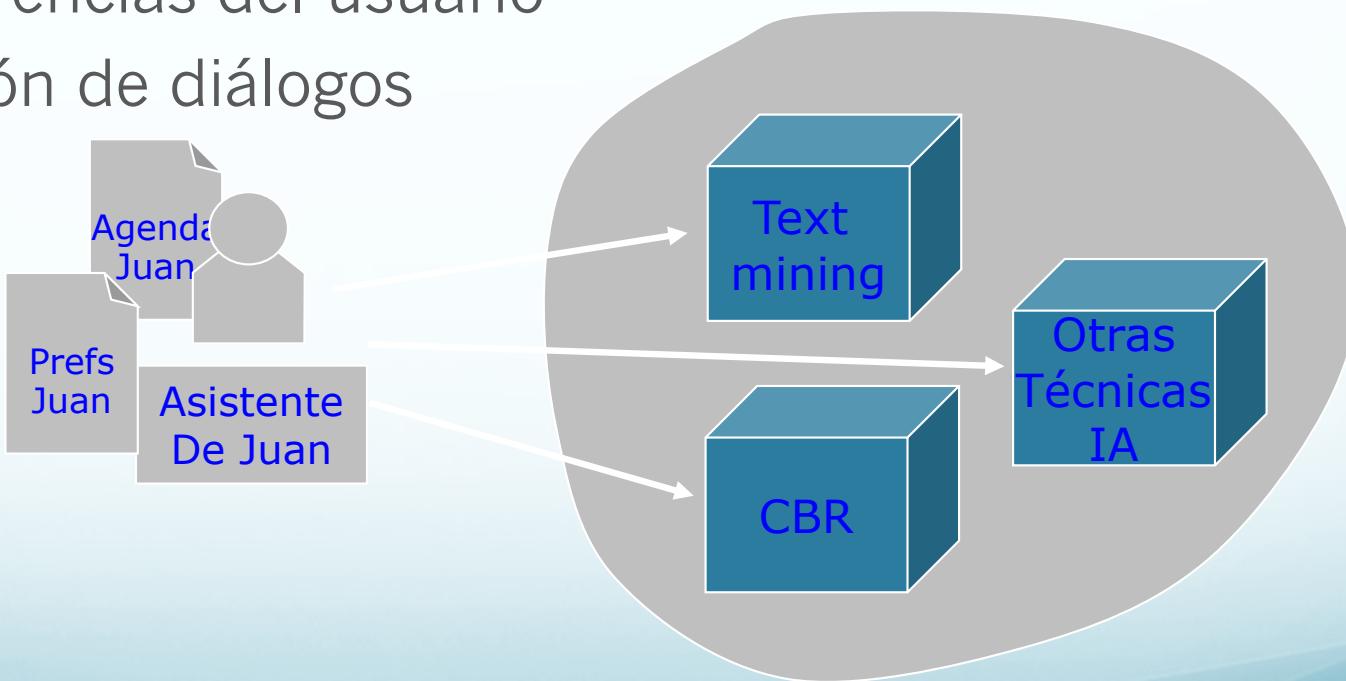


Qué hoteles en Sevilla *** y
céntricos?



¿Cómo funciona un SMA?

- Comunicación con el usuario
 - Interfaces avanzadas
 - Información implícita a partir de experiencia pasada o preferencias del usuario
 - Gestión de diálogos



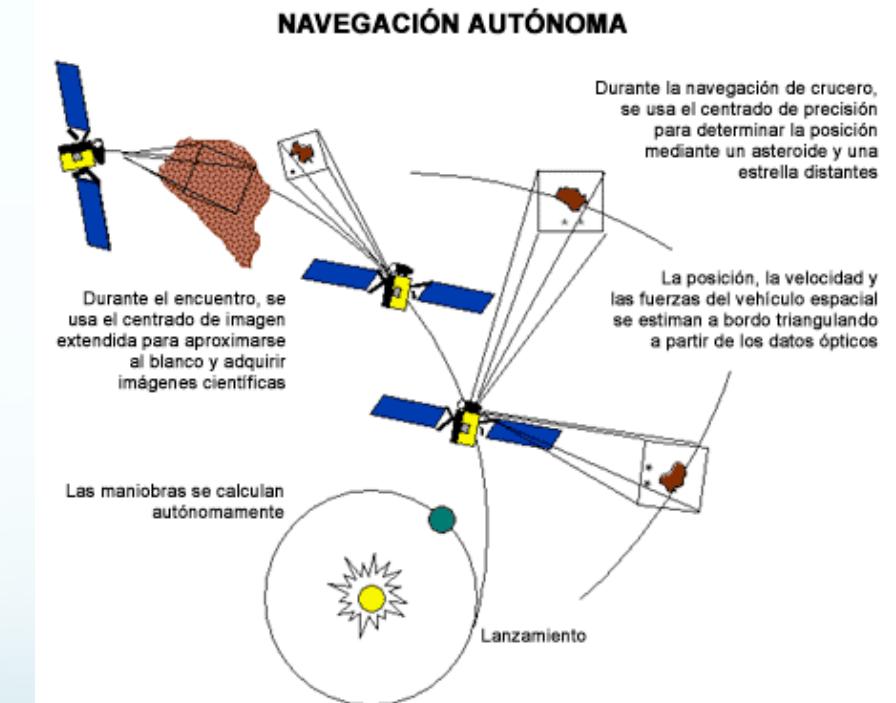
Physical Agents

FIPA, la organización de estándares para agentes y sistemas multiagente fue oficialmente aceptada por la IEEE el 8 de junio de 2005.

<http://www.fipa.org/>

Sondas Espaciales Autónomas

- Cuando una sonda espacial realiza su largo viaje desde la Tierra a los planetas exteriores, se requiere, generalmente, un equipo de tierra que continuamente realice el seguimiento de su progreso, y decida cómo comportarse ante eventualidades inesperadas. Esto es costoso y, si hay que tomar decisiones rápidamente, simplemente no es factible.
- Por eso, organizaciones como la NASA están investigando cómo construir sondas más autónomas – con más capacidad de toma de decisiones y más responsabilidades.
- This is not fiction: NASA's DS1 is doing it now! (Wooldridge)



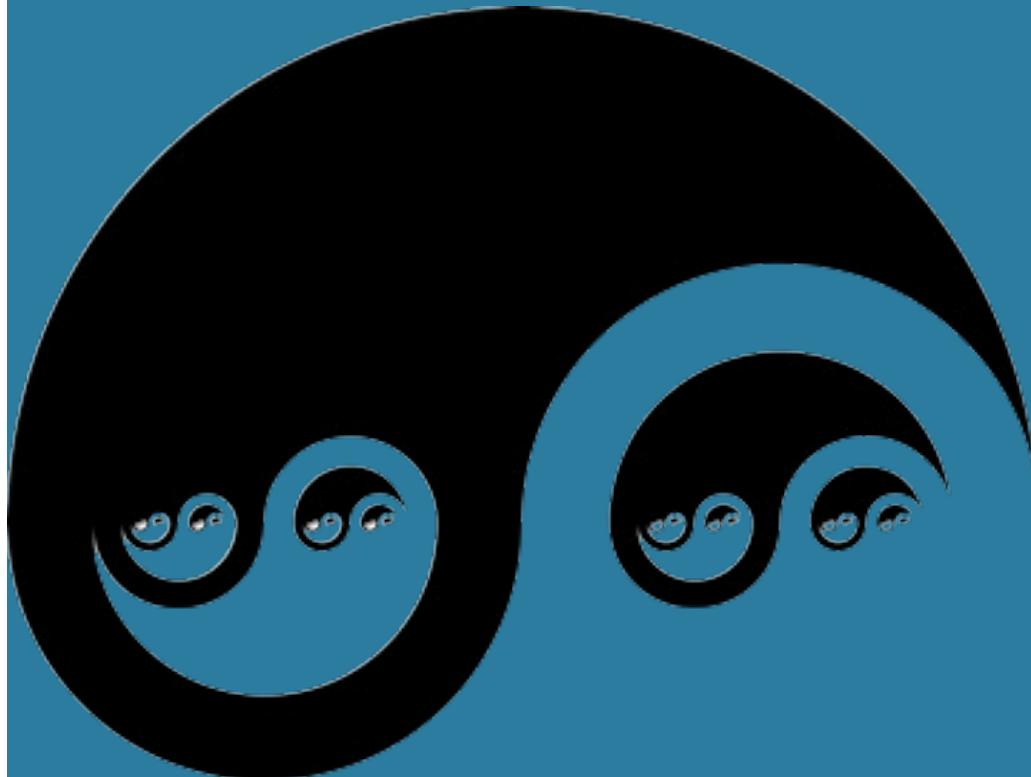
Una Evidencia: Agentes de Internet

- Buscar en Internet la respuesta a una pregunta específica puede ser un proceso largo y tedioso. Así que, ¿por qué no permitir a un programa de computador - un agente - hacer búsquedas por nosotros? Al agente normalmente se le haría una consulta que requerirá sintetizar piezas de información de diferentes fuentes de información en Internet. Se producirán fallos cuando un determinado recurso no esté disponible, (tal vez debido a un fallo de red), o cuando los resultados no puedan obtenerse.



Del Nivel Micro al Macro

- Diseño de agente: ¿cómo construimos agentes que son capaces actuar de forma independiente y autónoma para realizar con éxito las tareas que delegamos en ellos?
- Diseño de sociedades: ¿cómo construimos agentes que son capaces de interactuar (cooperar, coordinarse, negociar) con otros agentes para realizar con éxito tareas que delegamos en ellos, particularmente cuando no se puede asumir que los otros agentes comparten los mismos intereses/objetivos?



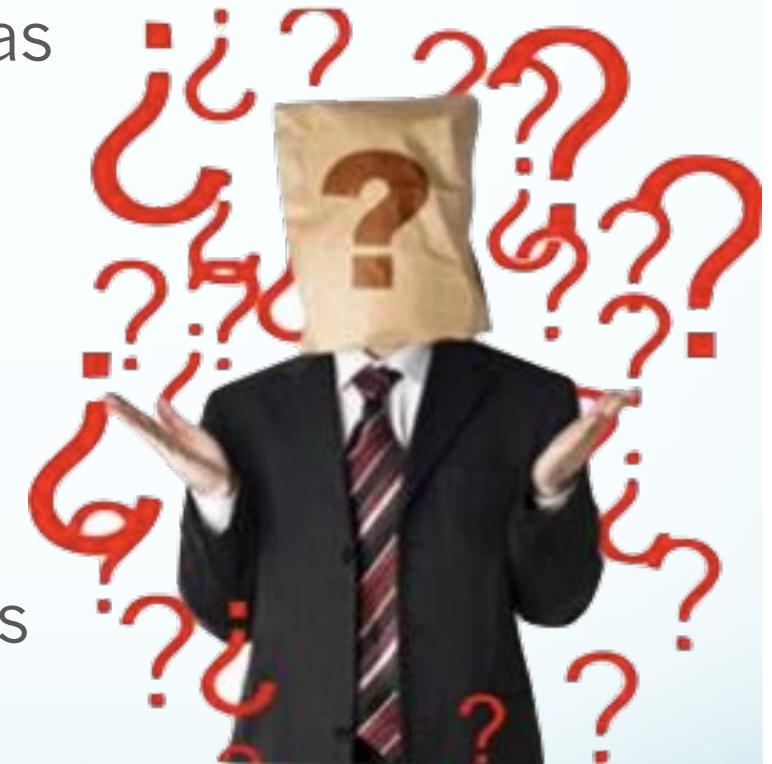
Algunas Vistas del Área

- Agentes como paradigma para la Ingeniería del SW:
Los ingenieros de software han evolucionando progresivamente a un mejor conocimiento de las características de complejidad en el software. En la actualidad es ampliamente reconocido que la interacción es probablemente la característica más importante de software complejo.
- Agentes como herramienta para la comprensión de sociedades humanas: los sistemas multiagente proporcionan una nueva herramienta para simular sociedades, lo que puede ayudar a arrojar algo de luz sobre diversas clases de procesos sociales.

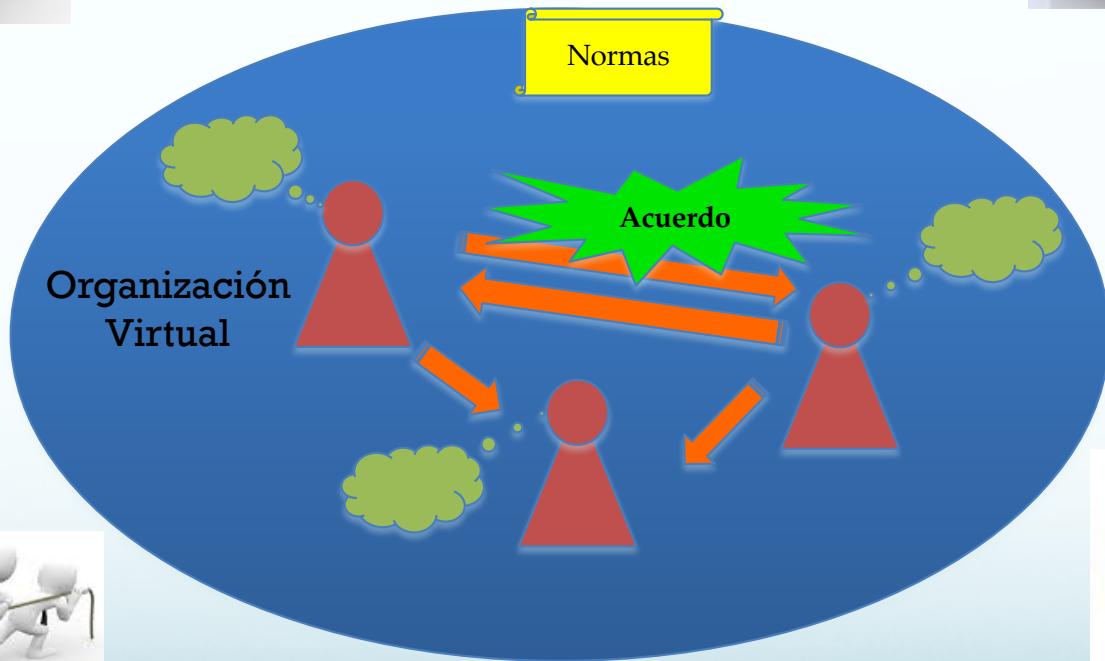
Objeciones a los SMA

- ¿No es todo simplemente Sistemas Distribuidos/Concurrentes?
- ¿No es todo simplemente IA?
- ¿No es todo simplemente Teoría Económica/Juegos?
- ¿No es todo simplemente Ciencias Sociales?

(Wooldridge)



¿Tecnologías del Acuerdo?



¿Qué es un Acuerdo?

- Acuerdo
 - Un conjunto de agentes
 - Una ontología.
 - Métodos, protocolos a seguir para alcanzar el acuerdo.
 - Contrato
 - Supervisor del contrato (normas)



¿Tecnologías del Acuerdo?

- La computación como interacción está estructurada alrededor del concepto de acuerdo entre entidades computacionales.
- Los acuerdos deben ser consistentes con el contexto normativo en el que se establecen y permitirán, una vez aceptados, que las entidades se coordinen para realizar servicios mutuos y los cumplan.
- Una entidad, por el hecho de ser autónoma, puede elegir cumplir o no un acuerdo, y debería, en teoría, cumplirlos cuando son una obligación derivada de los acuerdos establecidos.
- La autonomía, interacción, movilidad y apertura son las características que el paradigma cubrirá desde una perspectiva teórica y práctica.

Tecnologías del Acuerdo

- Agentes/Sistemas Multi-agente
- Organizaciones virtuales dinámicas y abiertas.
- Normas: regulan la organización y determinan las restricciones que los acuerdos tienen que satisfacer (y los procesos para alcanzarlos).
- Negociación, argumentación: proceso para alcanzar acuerdos.
- Teoría de la decisión: proceso de razonamiento para decidir acciones posibles.
- Contratos
- Confianza, Reputación

Un Caso de Estudio

Un Caso de Estudio



Organizaciones
Virtuales



Un Caso de Estudio

Organizaciones
Virtuales



Un Caso de Estudio



Organizaciones
Virtuales

Un Caso de Estudio

Organizaciones Virtuales

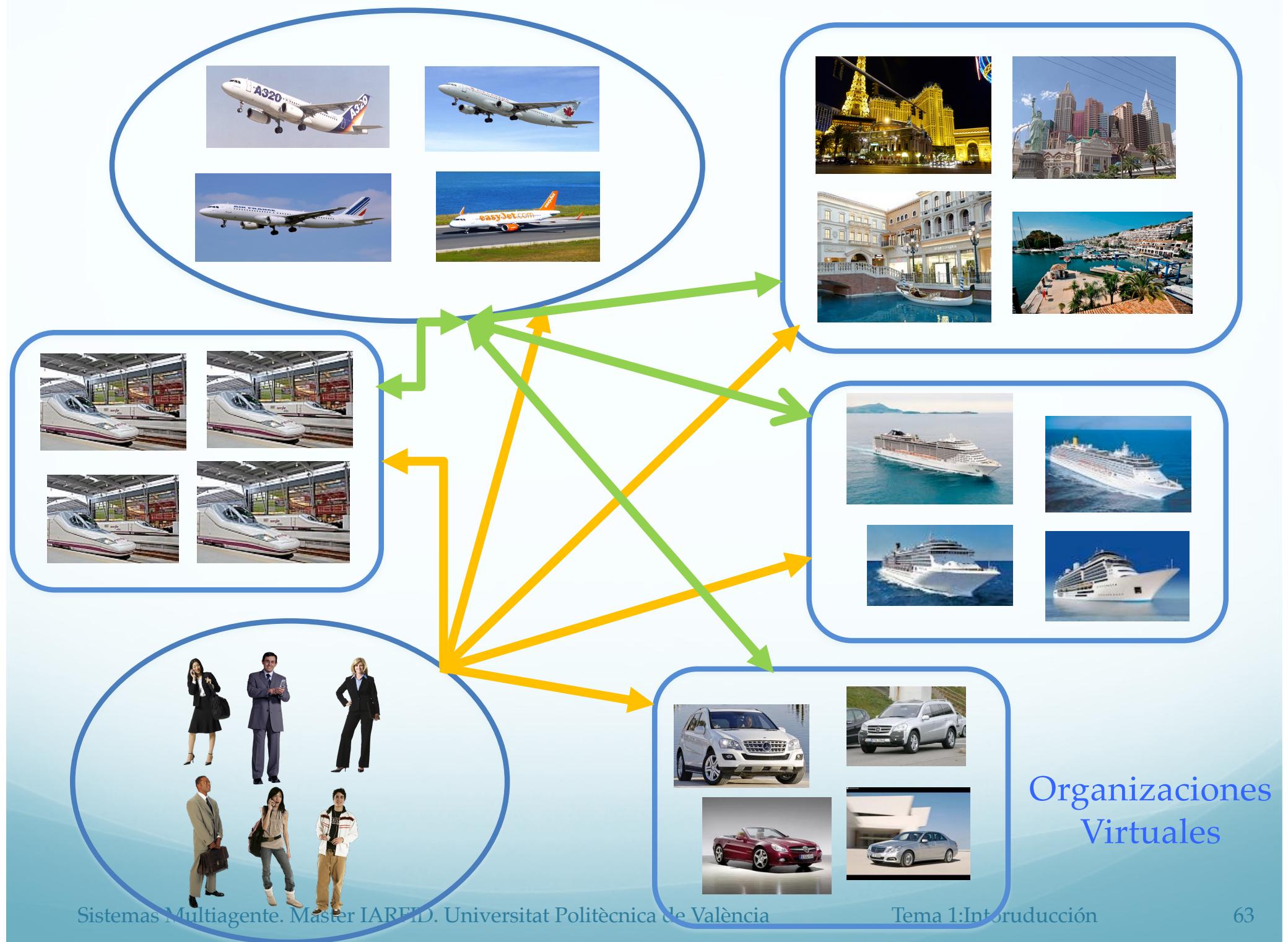




Quiero un tren,
un hotel, un
coche,



Organizaciones
Virtuales





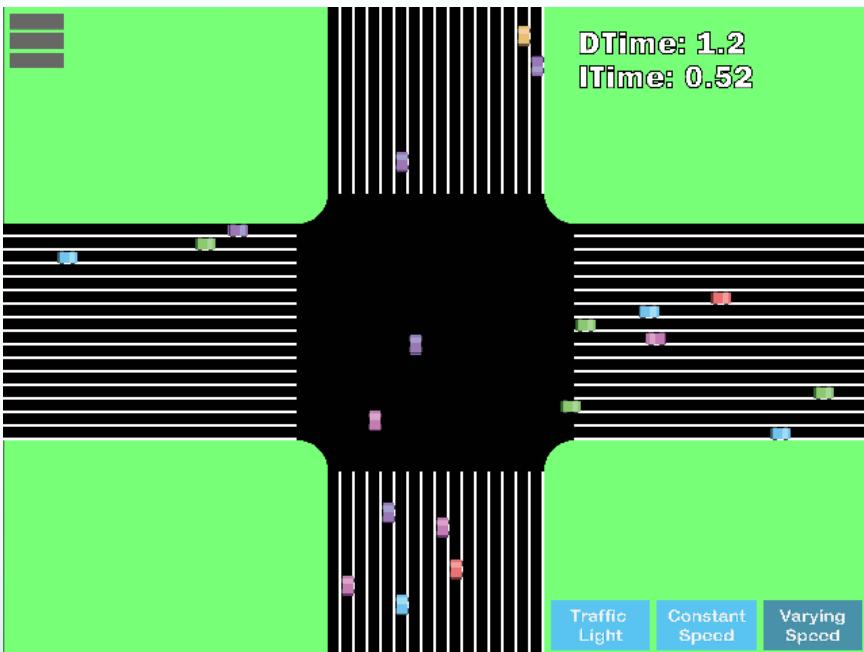
Negociación Regulación Coordinación Cooperación Confianza Reputación

Delegación

Organizaciones Virtuales

Un Caso de Estudio

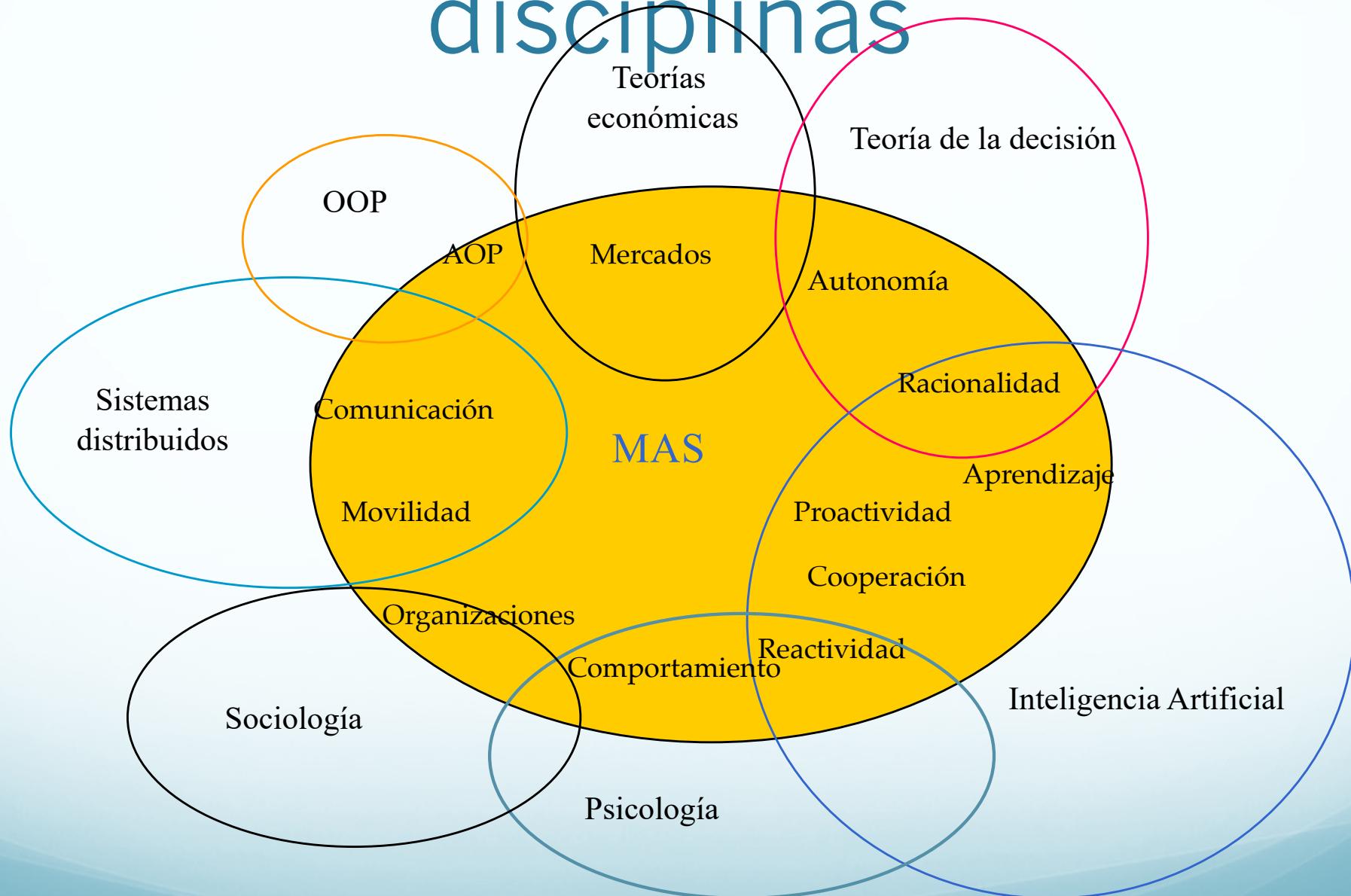
Coordinación de vehículos



Posibles "tecnologías":

- Autonomía
 - Sistema totalmente distribuido
- Coordinación
 - Estrategias de cooperación
- Comportamientos emergentes
 - Bottom-up
- Organizaciones virtuales
 - Comunicación en redes ad-hoc
- Sistemas normativos
 - Regulación del tráfico, señales de tráfico
- Negociación (incentivos)
 - Protocolos de negociación multilateral
- Confianza y Reputación
 - Mejora de la toma de decisiones
- Aprendizaje
 - Aprendizaje por refuerzo

Relaciones con otras disciplinas



Aplicaciones

Servicios de información en Internet
Recuperación y extracción de información
Comercio electrónico
Mercado de servicios electrónico
Negociación
Fabricación flexible. Industria 4.0
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 (bots)
Robótica
Etc.

Personalización
de servicios

Flexibilidad de
la distribución

Delegación
de tareas

Algunos Ejemplos

- CBBA Distributed Task Allocation:
<https://www.youtube.com/watch?v=FhmRaRd8G24>
- Crowd Simulation: https://www.youtube.com/watch?v=9Feb_pVfnpg
- VBS2 Agent Technology: <https://www.youtube.com/watch?v=SN4WxLWwhHY>
- Transporte: <https://www.matsim.org/gallery/air-traffic>
- Cadena de suministros: <https://www.youtube.com/watch?v=Fuyh-sM6WQI>
- Multi Agent Robotic Assembly:
<https://www.youtube.com/watch?v=hjK57OezXws>
- robocup rescue demonstration :
<https://www.youtube.com/watch?v=vCmPoI8NfPI>
- RoboCup 2019 Final : https://www.youtube.com/watch?v=4_BWQI91p9Y
 - Simulada: <https://www.youtube.com/watch?v=2rfwA03wkMc>
 - Humanoides: <https://www.youtube.com/watch?v=TPgRR3HoSDw>