Desarrollo de Agentes software

Introducción a la tecnología de agentes

Carmen Fernández Chamizo
Jorge Gómez Sanz
Juan Pavón Mestras

Dep. de Sistemas Informáticos y Programación
http://grasia.fdi.ucm.es

Agentes software

¿Qué son?
¿Por qué otro paradigma?
¿Otra moda tecnológica?
¿Qué hay de nuevo?
¿Cómo se construyen?
¿Por dónde empezar?
¿Hasta dónde podemos llegar?
¿Nuestro *álter-ego* en la Red?

Agentes Software

- Los agentes software surgen dentro del campo de la Inteligencia Artificial y, a partir de los trabajos desarrollados en el área de la *Inteligencia Artificial Distribuida* (DAI), surge el concepto de sistemas multiagente
- La investigación inicial progresa hacia la madurez. Surge la *Programación Orientada a Agentes* y los *Lenguajes de Comunicación de Agentes*
- Posteriormente este concepto se extiende al resto de la Ingeniería del software, planteándose hoy en día la *Ingeniería del Software Orientada a Agentes*

Definición de agente software

- No hay definición universalmente aceptada
- Varios tipos de definiciones
  - Definiciones cualitativas
    - Basadas en propiedades o en habilidades del agente, e.g. definición de Wooldridge & Jennings
  - Definiciones operacionales
    - Test de Huhns-Singh
  - Clasificaciones

Definiciones

- Agente (Diccionario RAE):
  - Que obra o tiene virtud de obrar
    - El que realiza una acción
    - Persona o cosa que produce un efecto
  - Persona que obra con poder de otra
    - El que actúa en representación de otro (agente artístico, comercial, inmobiliario, de seguros, de bolsa, etc)
  - Persona que tiene a su cargo una agencia para gestionar asuntos ajenos o prestar determinados servicios
- Agentes software:
  - Aplicaciones informáticas con capacidad para *decidir* cómo deben actuar para alcanzar sus objetivos
- Agentes inteligentes:
  - Agentes software que pueden funcionar fiablemente en un entorno rápidamente cambiante e impredecible

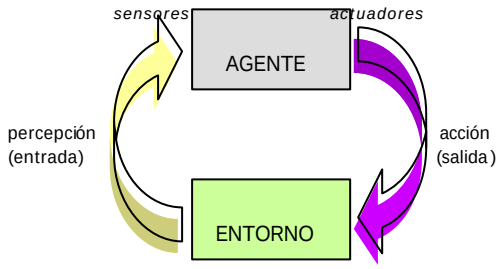
Primera característica

- Los agentes son:

Entidades autónomas

- Autonomía
  - Pueden trabajar sin la intervención directa del usuario y tienen cierto control sobre sus acciones y estado interno
- Reactividad
  - Pueden percibir su *entorno* (que puede ser el mundo físico, un usuario detrás de una interfaz gráfica o vocal, aplicaciones en la red, u otros agentes) y responder oportunamente a cambios que se produzcan en el mismo
- Iniciativa
  - El comportamiento de los agentes está determinado por los *objetivos* (metas) que persiguen y por tanto pueden producir acciones no sólo como respuesta al entorno

Agentes como entidades autónomas que interaccionan con un entorno



¿Cómo influye el entorno en el agente?

- En la mayor parte de los dominios el agente sólo tendrá control parcial del entorno
- Una misma acción realizada por el agente en ocasiones diferentes puede tener efectos muy distintos
  - en general los entornos son no-deterministas
- Un agente debe estar preparado para fallar o para la incertidumbre de no saber si ha tenido éxito o no
- Un agente dispone de un repertorio de acciones disponibles con sus correspondientes precondiciones
- El principal problema al que se enfrenta un agente es decidir qué acción realizar para alcanzar sus objetivos de diseño
  - las arquitecturas de agentes podrían verse como arquitecturas software para sistemas de toma de decisiones empotrados en un entorno

Segunda característica

- Los agentes tienen:

Inteligencia

- Razonamiento
  - Un agente puede decidir:
    - qué objetivo perseguir o a qué evento reaccionar
    - cómo actuar para conseguir un objetivo
    - o suspender o abandonar un objetivo para dedicarse a otro
- Aprendizaje
  - El agente puede adaptarse progresivamente a cambios en entornos dinámicos mediante técnicas de aprendizaje

Agentes inteligentes para delegar

In the world of the future, "intelligent agents" will waste hours watching television for us.

Agentes inteligentes

- Principio de Racionalidad *(*Allen Newell (1982). *The knowledge level.* Artificial Intelligence **18**: 87-127*)*:

  If an agent has knowledge that one of its actions will lead to one of its goals, then the agent will select that action

  - Indica que hay una conexión entre objetivos y comportamiento, por medio del conocimiento del que dispone el agente
  - ... lo que no implica que el agente tomará la mejor decisión

Tercera característica

- Los agentes no actúan solos, sino como:

Sistemas Multi-Agente

- Resolución de problemas mediante la estrategia *divide y vencerás*
  - Reparto de responsabilidades
- *Heterogeneidad*
  - Especialización
- *Concurrencia* y *Distribución*
  - Flexibilidad, escalabilidad, tolerancia a fallos, gestión de recursos
  - Distribución del conocimiento

Test de Huhns-Singh

- *A system containing one or more reputed agents should change substantively if another of the reputed agents is added to the system*

  Huhns, M.; Singh, M.P. *A Multiagent Treatment of Agenthood*. en Applied Artificial Intelligence: An International Journal, Volume 13, No. 1-2, January-March 1999, pp. 3-10

  El test requiere ciertas condiciones:
  - El entorno del agente no es estático (i.e. pueden acaecer eventos)
  - El entorno es observable suficientemente (i.e. no tiene que ser completamente observable)
  - El tipo de los agentes que se incorporan es alguno ya existente en el sistema (aunque puede considerarse que haya varios tipos de agentes).

- Comportamiento emergente
- Mejora del rendimiento del SMA (esto implica que los agentes han de ser conscientes de la aparición de nuevos agentes)

Definición de SMA (Ferber, 1999)

1. Un entorno
2. Un conjunto de objetos
   - Los objetos se encuentran integrados con el entorno, i.e. es posible en un momento dado asociar uno de estos objetos con un lugar en el entorno
   - Los objetos son pasivos, pueden ser percibidos, creados, destruidos y modificados por agentes
3. Un conjunto de agentes
   - Objetos especiales que representan las entidades activas del sistema
4. Un conjunto de relaciones que unen objetos y agentes
5. Un conjunto de operaciones
   - hacen posible que los agentes perciban, produzcan, consuman, transformen y manipulen objetos
6. Operadores que representan la aplicación de operaciones sobre el mundo y la reacción de éste al ser alterado
   - Estos operadores se pueden entender como las leyes del universo

Cuarta característica

- Por tanto, los agentes tienen:

  Habilidad Social

  - *Interacción*
    - Diálogo
  - *Delegación*
    - Asignar la realización de tareas
  - Cooperación
    - Trabajo en común para lograr un objetivo común
  - *Coordinación*
    - Organizar el proceso de solución del problema de forma que se eviten interacciones nocivas y que se exploten las beneficiosas
  - *Negociación*
    - Formular un acuerdo que sea aceptable por todas las partes implicadas).

Comunicación entre agentes

- Lenguajes de comunicación entre agentes
  - KQML
  - FIPA ACL
    - Basado en la teoría de actos del habla
      - Performativas
    - Comunicación en el "nivel de conocimiento"
- Algunos autores consideran que la capacidad de hablar un lenguaje de agentes es suficiente para considerar a un software como agente

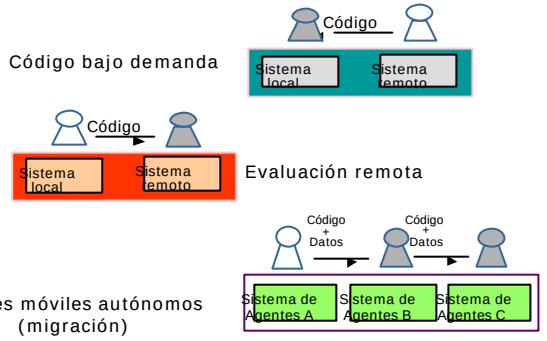
Quinta característica

- Los agentes pueden tener:

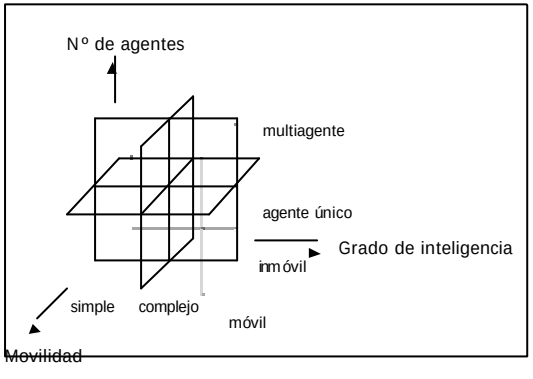
Movilidad

  - Agentes móviles
    - Migrar de un nodo a otro en una red preservando su estado en los saltos entre nodos
  - Múlti-acceso y multi-modal
    - Navegador
    - Email
    - Servicio vocal
    - ...

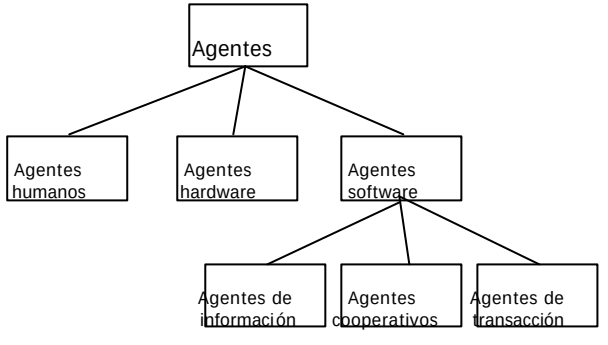
Agentes móviles



Clasificación de agentes (Wooldridge, 1999)



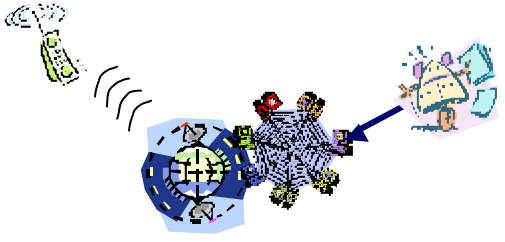
Categorías de agentes (Zarnekow, 1998)



¿Cómo funciona un SMA?

Ejemplo:

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



¿Cómo funciona un SMA?

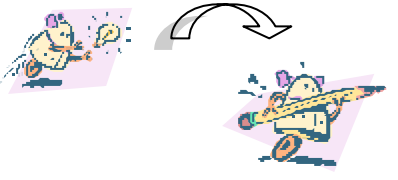
- Juan
  - Hola Carmen! Precisamente estaba pensando llamarte para que preparemos la presentación de nuestra colección de invierno
  - (escucha y asiente)
  - Está bien, podemos quedar entonces la semana que viene, preguntemos a nuestras agendas...
  - Asistente?
  - Bueno Carmen, pues nos vemos el próximo miércoles,
  - Hasta luego encanto.
  - (Pulsa un par de botones en el teléfono)
  - Asistente, ¿me organizas el viaje?
  - Sí, perfecto
  - Sí, muy bien.
  - Muchas gracias, asistente.
- Asistente de Juan
  - Buenos días Juan. De acuerdo con el asistente personal de Carmen, el mejor día para reuniros es el miércoles 10 de abril en el despacho de Carmen.
  - 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 las13.30. en clase turista Lo confirmo?
  - 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.

¿Cómo funciona un SMA?

1. 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

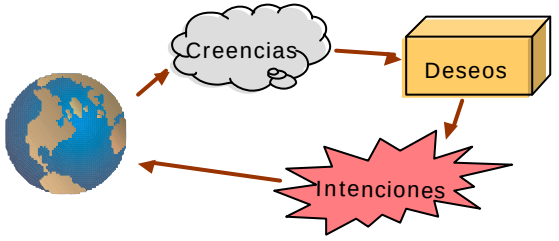
¿Cómo funciona un SMA?

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



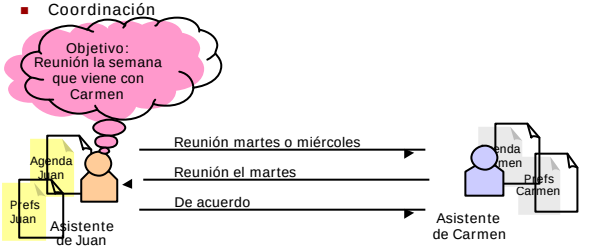
¿Cómo piensan los agentes?

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



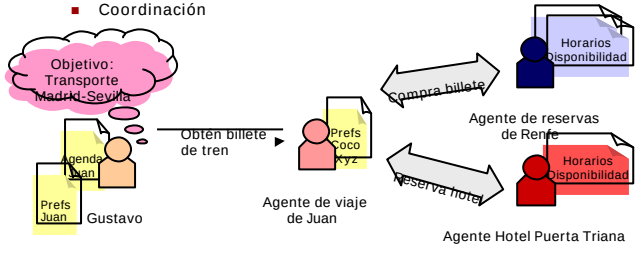
¿Cómo funciona un SMA?

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



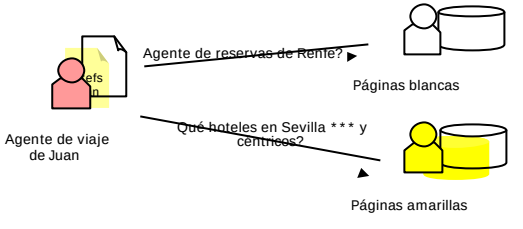
¿Cómo funciona un SMA?

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



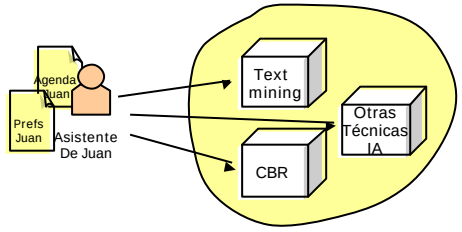
¿Cómo funciona un SMA?

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



¿Cómo funciona un SMA?

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



Sobre la utilidad de los agentes

- En el diseño de sistemas distribuidos los agentes proporcionan:
  - Aspectos sociales
  - Lenguajes y protocolos de comunicación de agentes
  - Distribución de datos, control, conocimiento, recursos
- En el análisis de un sistema los agentes tienen un mayor grado de abstraccion que los objetos o componentes:
  - Mayor autonomía y capacidad de decisión
  - Varios componentes heterogéneos que mantienen relaciones entre ellos y con escalas de tiempo diferentes
  - Modelado de sistemas naturales y sociales
- Facilitan la evolución:
  - Adaptación a modificaciones y al entorno
  - Escalabilidad: añadir agentes para soportar mayor carga de trabajo
  - Añadir/quitar funcionalidad en tiempo de ejecución
  - Desarrollo incremental
  - Sistemas abiertos : capacidad de aceptar nuevos elementos
- *Pero no siempre son la solución ideal*
  - *Ausencia de control/visión global del sistema*

Aplicaciones

Servicios de información en Internet
Recuperación y extracción de información
Comercio electrónico
Mercado de servicios electrónico
Negociación
Equipos móviles y PCs en el hogar
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

SMA vs. OO

Objetos

- Ejecuta los métodos invocados
- Flujo de control del llamante
- Encapsula estado y comportamiento
- Estado: valor de variables
- Comportamiento: salida a partir de una entrada
- Mensajes invocan procedimiento
- Asociaciones entre objetos

Agentes

- Autonomía de decisión
- Flujo de control propio
- Encapsula la activación del comportamiento
- Estado mental: objetivos, creencias, ...
- Comportamiento: cómo decidir lo que hacer
- Interacciones: actos de habla (intencionalidad)
- Organización: relaciones sociales entre agentes

SMA vs. Sistemas Expertos

Sistemas Expertos	Agentes
Sistemas cerrados	Interactúan con el entorno
Sistemas de decisión centralizados	Distribución de la toma de decisiones: *Comportamiento emergente*
Interacción con el usuario bajo petición del usuario	Mayor grado de interacción con el usuario Interacción con otros agentes

Definición grasia!

- Los sistemas multi-agentes que consideramos constan de:
  1. Un middleware para soportar la comunicación entre los agentes y con sistemas propietarios
     - Sobre este middleware es posible utilizar herramientas basadas en estándares de comunicación entre agentes como FIPA ACL o KQML, o definir interfaces específicas para cada agente con un lenguaje como OMG IDL.
  2. Agentes, de diversos tipos, que cooperan para proporcionar servicios inteligentes a los usuarios.
  3. Recursos que pueden estar gestionados por agentes o por algún sistema propietario
     - Puede tratarse de un servidor web, una base de datos, un servidor de correo, un sistema de gestión de procesos de negocio, dependiendo del entorno de la aplicación.

¿Qué opináis?

- ¿Se trata de otro tipo de software?
- ¿Y la tecnología de componentes? ¿en qué sentido se pueden considerar los agentes como un tipo de componentes?
- Si no hay aplicación de técnicas de IA, ¿hablaremos de agentes o simplemente de proceso distribuido?

Referencias

- Brenner, W., Zarnekow, R. Wittig, H. *Intelligent Software Agents*. Springer, 1998.
- Briot J.P. y Demazeau, Y. *Principes et architecture des systèmes multi-agents*. Lavoisier, 2001.
- Ferber, J.: *Multi-Agent Systems*. Addison-Wesley. 1999.
- Gómez Sanz, J. Termostatos y Agentes, grasia.fdi.ucm.es/articulos/termostatos_agentes.rtf
- Jennings, N.R., *On agent-based software engineering*. Artificial Intelligence, 117, 2000.
- Russell, S., Norvig, P., *Artificial Intelligence: A Modern Approach*. Prentice-Hall, 1995.
- Shoham, Y. *Agent-oriented programming*. Artificial Intelligence, 60, 1993.
- Weiss, G. *Multiagent Systems*. MIT Press, 1999.
- Wooldridge, M.J., *Intelligent Agents* (capítulo del libro de Weiss)