

Agents in E-Commerce Domain

Dr. Francisco José García Peñalvo
Dpto. Informática y Automática
Facultad de Ciencias - Universidad de Salamanca
fgarcia@usal.es

***Abstract.** Agent based technology has in e-commerce area one of the most promising and important application fields, where agents are not limited to the traditional activities such as: information gathering, information filtering or matching operations, although they are performing more complex processes to support the purchase workflow of e-commerce activities in an increasing way. In this tutorial we are going to review the software agent notion, putting a special emphasis on one of its more interesting characteristics, the adaptivity. Also, we are going to study how the agent concept has been applied to the e-commerce domain. Lastly, we present a multiagent based architecture for an intermediary e-commerce web site, which puts in contact a set of SMEs (Small and Medium Enterprises) with their final clients.*

1 Introducción

La realización de transacciones económicas a través de la Red es una realidad hoy en día que pugna por afianzarse en una sociedad, todavía reticente a cambiar sus hábitos de compra, y en un tejido empresarial que puede obtener muchos beneficios de la automatización informatizada de diferentes parcelas de sus relaciones de negocio entre empresas.

Las actividades que involucran transacciones económicas soportadas por los sistemas de comercio electrónico son candidatas, al menos en teoría, a ser automatizadas en su mayor parte. Sin embargo, la realidad nos dice que el comercio electrónico está todavía en un estado muy poco automatizado (Maes et al., 1999).

Es cierto que la información sobre productos y vendedores es cada día más accesible y que los pedidos y los pagos pueden hacerse de forma electrónica, pero todavía se requiere que haya un control y una presencia humana en todas las fases del proceso de compra. El comprador es, en la mayor parte de los casos, el responsable de recopilar e interpretar la información de los sitios de compra y de los productos, tomar las decisiones de compra y, por último, introducir la información de la compra y los datos para realizar el pago.

En este sentido las tecnologías basadas en agentes software, que se han estado empleando durante mucho tiempo para el filtrado y la recuperación de la de información (Menczer y Belew, 1998; Moukas y Maes, 1998), el emparejamiento y la coordinación de elementos afines (Ciancarini et al., 1998; Menezes et al., 1999) o la automatización de comportamiento repetitivo (Carmel y Markovitch, 1999; Durfee, 2001), pueden utilizarse para automatizar diferentes tareas en el comercio electrónico. Las características de los agentes – personalizados, ejecución continua y autonomía (Maes, 1994) – facilitan la optimización de los procesos propios del comercio electrónico (Maes et al., 1999; Noriega y Sierra, 1999). Así, la tecnología basada en agentes tiene en el área del comercio electrónico uno de los campos de aplicación más importantes, donde los agentes no están limitados sólo a actividades de recolección de información, sino que de manera creciente se dedican a procesos cada vez más complejos para dar soporte a las compras y ventas propias del comercio electrónico.

En este capítulo se va a hacer un repaso por algunas de las aplicaciones de los sistemas agentes y multiagentes en el comercio electrónico, para ello el resto del mismo se organiza como sigue: en primer lugar se va a hacer un repaso del concepto de agente software y sistema multiagente (sección 2); a continuación se presentan los diferentes tipos de agentes que aparecen en los sistemas de comercio electrónico (sección 3); posteriormente se citan diversos trabajos que representan un estado del arte de los agentes en el comercio electrónico, haciendo hincapié en los agentes adaptativos (sección 4) y se describe someramente un sistema intermediario para el comercio electrónico basado en un sistema multiagente, denominado e-CoUSAL, que pone en contacto diversas empresas, típicamente PYMES, con sus clientes finales

(sección 5); finalmente se cierra este capítulo con unas conclusiones sobre la aplicación de los agentes en el comercio electrónico (sección 6).

2 Agentes y multiagentes

Tratar de dar una definición universalmente aceptada de lo qué es un agente, un sistema basado en agentes o un sistema multiagente está considerado casi como una misión imposible. Precisamente una discusión sobre estos aspectos se aborda en (Franklin y Graesser, 1997).

Una definición de agente comúnmente utilizada es “*un agente es un sistema informático que está situado en un entorno y que es capaz de realizar acciones autónomas en dicho entorno para conseguir sus objetivos de diseño*” (Wooldridge y Jennings, 1995; Jennings et al., 1998; Sen y Weiss, 1999).

Generalmente, un agente se compone de cuatro elementos básicos: un componente sensor, un componente motor, una base de conocimiento o de información y un motor de razonamiento. Los componentes sensor y motor permiten que el agente interactúe con su entorno (por ejemplo, llevando a cabo una acción o intercambiando datos con otros agentes). La base de conocimiento contiene la información que el agente tiene de su entorno. El motor de razonamiento permite a un agente realizar procesos de inferencia, planificación y aprendizaje (por ejemplo, deducir nueva información, generar secuencias de comportamiento e incrementar la eficiencia de la interacción con su entorno) (Weiß y Dillenbourg, 1999).

Un agente inteligente (Wooldridge y Jennings, 1995; Lang, 1995) es un agente que es capaz de realizar acciones flexibles de una forma autónoma para conseguir sus objetivos de diseño, donde la flexibilidad significa: autonomía, reactividad, pro-actividad y habilidad social (Wooldridge y Jennings; Weiss, 2001). Una definición de agente inteligente puede ser: “*Programas que actúan en lugar de sus usuarios humanos para realizar laboriosas tareas de recolección de información*” (Sycara et al., 1996).

Otras propiedades adicionales, tales como la racionalidad, la coherencia, la capacidad de adaptación, o la movilidad, se utilizan para caracterizar a un agente (García, 2000).

La racionalidad es una característica propia del ser humano. Un agente se considera racional cuando tiene unos conocimientos de su entorno, unos objetivos deseables y unas reglas que determinan cómo alcanzar los objetivos a partir del conocimiento que se tiene del medio. Esta característica de racionalidad le permite a un agente tomar decisiones sin intervención humana. Se está modelando la racionalidad propia del hombre, eso sí, de momento en problemas muy simples.

La coherencia implica que el conocimiento que un agente tiene de su mundo se almacena en una base de conocimiento interno al propio agente. Todo este conocimiento debe guardar un alto grado de coherencia para que el comportamiento del mismo sea el esperado.

La adaptación se ajusta a la forma de considerar la organización de un agente en su interacción con su entorno o con otros agentes, esto es, un agente

adaptativo es aquél que es capaz de controlar sus propiedades (de comunicación, de comportamiento...) en consecuencia del agente con el que está interaccionado y del contexto en el que está inmerso. En otras palabras, el agente adaptativo debe tener la capacidad de modificar las propiedades de sus actividades para satisfacer sus necesidades, tanto internas como externas (Guessoum et al., 2001).

La movilidad es una característica opcional que pueden poseer los agentes. Un agente móvil es aquél que se puede mover físicamente por los nodos de una red para poder llevar a cabo sus tareas. El objetivo de la movilidad puede ser una mejor distribución de la carga de procesamiento, una mejor compartición de recursos, una lógica distribuida...

Los sistemas multiagente (Genesereth y Ketchpel, 1994) son sistemas complejos con respecto a su estructura y su funcionalidad. El diseño de una estrategia de interacción efectiva requiere un conocimiento previo de cualquier agente que pueda estar involucrado en el sistema. Un sistema multiagente puede definirse como *“Una red débilmente acoplada de nodos encargados de resolver problemas, los cuales trabajan juntos para solucionar problemas que están por encima de la capacidad o conocimiento individual de cada uno de los nodos”* (Durfée y Lesser, 1989). Estos nodos son agentes, autónomos y pueden ser de naturaleza heterogénea.

El concepto de sistema multiagente amplía la noción de agente inteligente en al menos dos maneras. En primer lugar, el usuario de un agente, quien imparte objetivos y delega tareas, puede ser un humano u otro agente. Y en segundo lugar, un agente debe estar diseñado con mecanismos explícitos para comunicarse con otros agentes (Sycara et al., 1996).

Los sistemas multiagentes se adecuan bien a la representación de problemas que tienen múltiples métodos de resolución, múltiples perspectivas y/o múltiples entidades que participan en su solución. Estos sistemas presentan las ventajas de las soluciones distribuidas y concurrentes, pero añaden las ventajas propias de la inclusión de sofisticados patrones de interacción, tales como cooperación, coordinación o negociación.

Un sistema multiagente se caracteriza por (Jennings et al., 1998):

- Cada agente tiene un punto de vista limitado del sistema porque tiene información incompleta o carecen de una capacidad completa para resolver el problema.
- No hay un sistema global de control.
- Los datos están descentralizados.
- La computación es asíncrona.

3 Clasificación de agentes

Existen diferentes categorías de agentes, en este apartado se van a repasar algunas de ellas, pero se va a centrar la atención en los tipos de agentes que se distinguen en los sistemas de comercio electrónico.

Una primera clasificación muy generalista de los agentes se encuentra en (Brenner et al., 1998), distinguiéndose las categorías de agentes humanos, agentes hardware y agentes software, tal y como se muestra en la Figura 1.

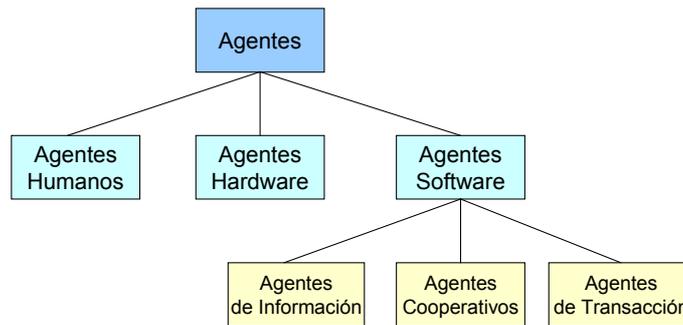


Fig. 1. Categorías de agentes (Brenner et al., 1998)

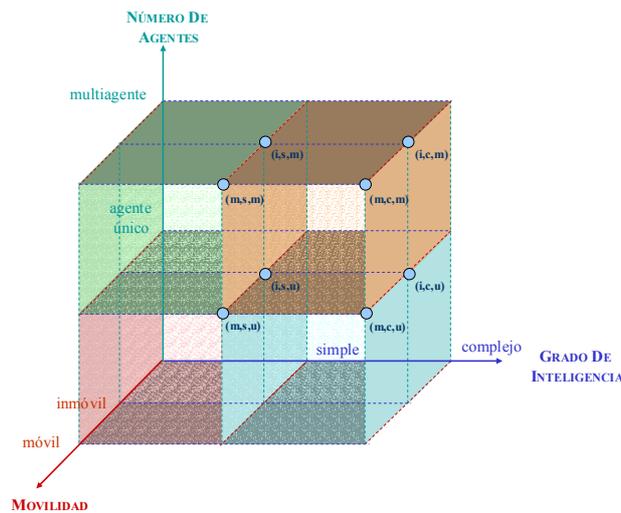


Fig. 2. Clasificación de agentes según (Weiss, 1999)

En (Weiss, 1999) la clasificación de los agentes se hace utilizando tres dimensiones, *el grado de inteligencia* – donde se distinguen las categorías simple y complejo – *el número de agentes* – distinguiéndose las categorías de agente único y multiagente – y *la movilidad* – distinguiéndose las categorías de inmóvil y móvil – tal y como se aprecia en la Figura 2.

Huang et al. (2000) proponen una taxonomía de los agentes en la Web. Para ello consideran tres dimensiones, donde se pone de manifiesto su interés por las aplicaciones de realidad virtual en la Web, y en especial por los avatares, en detrimento de otras características como por ejemplo la movilidad. Concretamente las tres dimensiones contempladas son:

- *2D versus 3D*. Un agente web 2D es aquél que puede trabajar con los protocolos típicos soportados por un sistema Web (HTTP, FTP...), mientras que un agente web 3D además soporta protocolos de realidad virtual.
- *Cliente versus Servidor*. Un agente web cliente está en lado del cliente, mientras que un agente web servidor se sitúa en el lado del servidor.
- *Singularidad versus Multiplicidad*. Equivalente a la dimensión *Número de Agentes* propuesta en (Weiss, 1999).

En la Figura 3 se muestran las diferentes categorías de agentes según la clasificación de Huang et al. (2000).

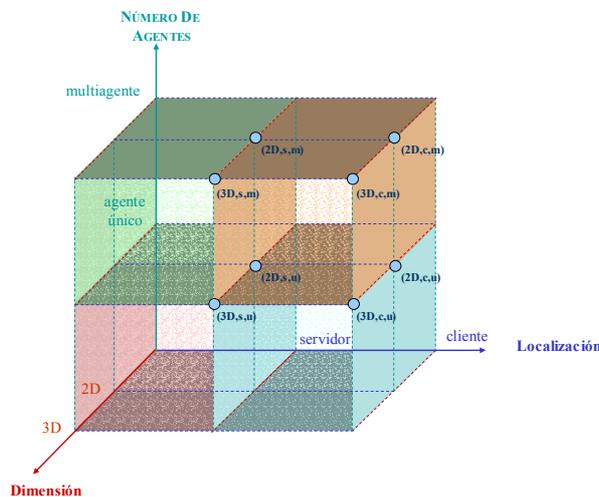


Fig. 3. Clasificación de agentes web según (Huang et al., 2000)

Existen otras clasificaciones de los agentes de acuerdo a su dominio de aplicación (agentes para comercio electrónico, obtención de información, asistencia en viajes...) o de acuerdo a su función (agentes de negociación, cooperación, resolución de problemas...). En el caso que nos ocupa, nuestro interés está puesto en los agentes para los sistemas de comercio electrónico, así pues veamos algunas clasificaciones de agentes en este dominio.

3.1 Tipos de agentes para comercio electrónico

Los sistemas de comercio electrónico comprenden un amplio rango de sistemas que incluyen desde simples servicios de compra en línea hasta arquitecturas más complejas que ofrecen un amplio conjunto de servicios. Dichos sistemas implementan una o varias de las etapas que constituyen un proceso de compra típico: mercadotecnia, identificación de las necesidades del

comprador, elección del producto a comprar, elección del vendedor, negociación, compra, pago, envío...

Actualmente existen multitud de agentes que ofrecen un soporte a una o varias de estas etapas, o bien sistemas multiagente que incluyen agentes de diversos tipos para implementar mercados digitales de mayor envergadura. Entre los tipos de agentes más típicos en el comercio electrónico se encuentran:

- *Agentes notificadores.* Encargados de notificar a sus usuarios la aparición o detección de productos acordes a sus preferencias o necesidades.
- *Agentes de recomendación.* Tiene como cometido realizar recomendaciones a los usuarios de productos que podrían interesarles, basándose en su perfil y en el conocimiento del contexto del negocio.
- *Agentes de compra comparativa.* El objetivo de éstos es encontrar al proveedor que ofrece las mejores condiciones de venta de un producto deseado por el usuario.
- *Agentes de negociación.* Intentan trasladar a los mercados digitales los procesos de negociación que se producen normalmente a la hora de realizar una transacción comercial.
- *Agentes de subasta.* Implementan esta forma de compra, permitiendo a los usuarios interesados pujar en la Red.

Mike P. Papazoglou (2001) identifica una serie de características que tienen que poseer los agentes inteligentes relacionados con el mundo de los negocios digitales, éstas son: capacidad de delegación, lenguajes y protocolos de comunicación entre agentes, y capacidad de auto-representación.

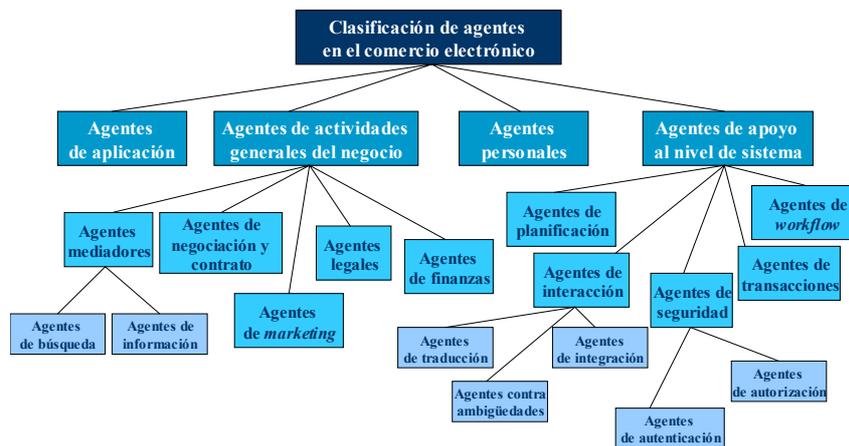


Fig. 4. Clasificación de agentes para comercio electrónico (Papazoglou, 2001)

Este mismo autor establece que un sistema multiagente para el comercio electrónico es necesario organizar a los agentes en diferentes categorías dependiendo de su funcionalidad y de sus competencias. Distingue cuatro formas básicas de agentes (Papazoglou, 2001) – *agentes de aplicación*, *agentes personales*, *agentes de actividades generales de negocio* y *agentes de apoyo al nivel de sistema* – dentro de las cuales se distinguen otras subcategorías como se ilustra en la Figura 4. A continuación se describen someramente algunas de estas categorías de agentes para sistemas de comercio electrónico.

- *Agentes de aplicación*. Cada agente está especializado en una sola tarea de la que es experto, proporcionando acceso a la información disponible y fuentes de conocimiento de su dominio trabajando en entornos cooperativos con otros agentes.
- *Agentes personales*. También llamados agentes de interfaz, trabajan directamente con los usuarios finales para brindarles ayuda en la presentación, organización y manejo de perfiles de usuarios, peticiones y recopilación de información
- *Agentes de actividades generales del negocio*. Los servicios comerciales básicos necesitan cierto apoyo tecnológico por parte de agentes. Estos agentes realizan un alto número de actividades de soporte que pueden personalizarse para abordar las necesidades particulares de los negocios digitales.
- *Agentes mediadores*. Son una categoría de agentes de actividades generales del negocio. Su cometido es proporcionar facilidades así como localizar información en fuentes web o bien de otros agentes. En la bibliografía a esta clase de agentes también se la denomina agentes de emparejamiento (*matchmaking agents*) (Klusck, 1999).
- *Agentes de negociación y contrato*. Son otra categoría de agentes de actividades generales del negocio. Se ocupan de los procesos de negociación expresados en términos de transacciones comerciales de negocio.
- *Agentes de apoyo al nivel de sistema*. Se encuentran en la cima del sistema *middleware* distribuido, que proporciona objetos y servicios de un modo transparente.
- *Agentes de planificación*. Para acciones de tipo colaborativas es necesario un plan que especifique el futuro de las actividades y la interacción de cada agente. Típicamente, en las aplicaciones de comercio electrónico un agente puede actuar como planificador del grupo de agentes. Esta categoría de agentes se encuentra dentro de los agentes de apoyo al nivel de sistema.
- *Agentes de interacción*. Son otra categoría de agentes de de apoyo al nivel de sistema. Su cometido es permitir que exista integración de datos y transacciones entre los nuevos procesos de negocio y los sistemas de información heredados (Yang y

Papazoglou, 2000) y entre los sistemas de información de diferentes empresas.

- *Agentes de transacciones de negocio*. Se incluyen dentro de los agentes de apoyo al nivel de sistema. Recogen, gestionan, analizan e interpretan los datos comerciales para realizar decisiones de transacción más efectivas e inteligentes.
- *Agentes de workflow*. Se trata de otra categoría de agentes de apoyo al nivel de sistema. Su cometido es simplificar el proceso, la monitorización y el control de las transacciones automatizando algunas actividades. Pueden seguir la pista a las transacciones a través de las fronteras de las secciones de una compañía o incluso de diferentes empresas.
- *Agentes de seguridad*. Son también agentes de apoyo al nivel de sistema. Proporcionan los servicios de seguridad requeridos para desarrollar los negocios electrónicos.

4 Agentes en el comercio electrónico

Internet es un nicho de negocio al que sólo se le puede sacar todo su potencial estableciendo nuevos modelos de negocio centrados en la Red, escalables y efectivos en cuanto al coste. Se necesitan nuevas cadenas de suministro, canales de distribución y mercados dinámicos que utilicen procesos de computación distribuidos e inteligentes, los agentes (Ma, 1999).

Como se ha venido argumentando a lo largo del capítulo, la tecnología de agentes ha demostrado su potencial en las aplicaciones de comercio electrónico en múltiples ocasiones (Chavez y Maes, 1996; Doorenbos et al., 1997). A continuación se repasan algunos trabajos que, bien directa o indirectamente, están relacionados con la tecnología de agentes en el comercio electrónico, pero haciendo un especial hincapié en aquellos casos donde la adaptatividad es una de sus características más destacadas.

Maes et al. (1999) presentan una visión general de la tecnología de agentes en el comercio electrónico, revelando como los agentes se utilizan para manejar el proceso de compra y venta en la web.

P. Maes y B. Sheth han trabajado en agentes de filtrado de información que se utilizan en los aspectos de personalización (Sheth y Maes, 1993; Maes, 1994; Sheth, 1994).

Armstrong y Durfee (1998) investigan sobre el uso de los agentes para comprar y vender información en los mercados digitales, como por ejemplo el caso de las bibliotecas digitales. Se centran en analizar los factores que influyen la eficacia de los modelos de agentes para el aprendizaje en situaciones intrínsecamente impuestas. Presentan un modelo que ofrece mecanismos por los que los agentes adaptan dinámicamente las estrategias que usan para comprobar cómo el cambio dinámico de estrategias afecta a la cooperación.

Foissel et al. (1998) presentan un modelo basado en la noción de interacción para construir organizaciones adaptativas y diversos experimentos sobre el problema de la distribución de múltiples materias primas. La organización del modelo se representa por dos aspectos, uno estático para soportar la estructura y otro dinámico para permitir que la estructura evolucione. La organización se construye sobre un modelo de interacción, compuesto de tres elementos: una motivación u objetivo, los agentes involucrados en la interacción y la forma en que tiene lugar los intercambios.

Vidal y Durfee (1998) describen un *framework* que puede ser utilizado para modelar y predecir el comportamiento de los sistemas multiagentes con agentes que aprenden. Su modelo tiene ciertos parámetros que capturan la dinámica de una amplia variedad de algoritmos de aprendizaje, por lo tanto capturan las habilidades de aprendizaje de los agentes (tales como su porcentaje de cambio, su porcentaje de aprendizaje y su porcentaje de retención). Validan el algoritmo utilizando agentes de refuerzo de aprendizaje en un sistema de mercado electrónico.

Carmel y Markovitch (1998) han desarrollado una aproximación de aprendizaje basada en el modelo del oponente. Dado un conjunto de movimientos del oponente se forman configuraciones específicas de un tablero. En primer lugar presentan un algoritmo para calcular la profundidad de la búsqueda que utiliza el oponente. Si la función asumida es exacta, entonces se necesitan pocos ejemplos para inducir la profundidad de la búsqueda. También presentan un algoritmo que aprende de la estrategia de juego del oponente y adapta la estrategia durante el juego. Las suposiciones realizadas son las siguientes: la función de evaluación del oponente es una combinación lineal de las características conocidas del tablero, además el oponente no cambia su función mientras dura el juego. Experimentalmente demuestran la efectividad de su aproximación de aprendizaje para diferentes estrategias del oponente.

Matos, Sierra y Jennings (Matos et al., 1998) estiman que para tener éxito en entornos multiagentes y abiertos, los agentes autónomos deben ser capaces de adaptar sus estrategias de negociación y sus tácticas a sus circunstancias predominantes. Estos autores presentan un modelo preparado para un proceso de sistema de gestión para un negocio real. Este modelo tiene que operar en un amplio rango de entornos con un alto número de parámetros, por lo tanto estos autores estudian cómo evolucionan las estrategias de negociación de los agentes. La técnica que adoptan para la evolución de las estrategias son los algoritmos genéticos, haciendo evaluaciones en diferentes entornos. Han demostrado la utilidad de los agentes empleando un conjunto de tácticas para diferentes problemas de negociación.

Weiß y Dillenbourg (1999) definen un sistema multiagente adaptativo de acuerdo a los sistemas adaptativos. Distinguen tres mecanismos en los sistemas adaptativos multiagentes: el *mecanismo de multiplicación* – cada agente tiene una evolución diferente, por tanto, se han de utilizar diferentes métodos, se realizan diferentes elecciones, y la eficiencia del sistema es mejorada; el *mecanismo de división* – las tareas pueden ser descompuestas en

diferentes partes, cada parte se corresponde con un grupo de agentes, y el aprendizaje es sencillo y rápido; y el *mecanismo de interacción* – un agente puede compartir información con otros agentes para mejorar el rendimiento del sistema completo.

Guessoum (Guessoum y Briot, 1999; Guessoum et al., 2001) propone un modelo genérico de agente adaptativo, donde cada agente tiene un comportamiento y un meta-comportamiento que ofrecen al agente dos tipos de adaptación (estructural y de comportamiento). Ellos validan el modelo con una simulación de un modelo económico.

Corchado (2001) presenta una solución distribuida para los negocios en Red, donde los agentes se incorporan para incrementar la adaptación del sistema y su evolución con respecto a los cambios del entorno en una compañía de construcción como soporte a las ventas. La adaptación del sistema confía en una pareja de agentes deliberativos caracterizados por una arquitectura BDI (*Believe, Desire and Intention*). Esta arquitectura en conjunción con un sistema de CBR (*Case-Based Reasoning*) configura la adaptación de la solución.

Matos y Sierra (1999) dirigen su investigación hacia modelos de negociación. Estudian el papel que la negociación juega entre los agentes de comercio. Presentan dos tipos de arquitectura de agentes: basada en casos y *fuzzy* para modelar una estrategia de negociación basada en agentes. La arquitectura basada en casos determina la combinación de tácticas y de los valores de los parámetros a utilizar en cada momento de la negociación. Una ruta alternativa es la utilización de un conjunto de reglas *fuzzy*, de forma que la adaptación es modelada por un conjunto de reglas de adaptación *fuzzy*. Finalmente, proponen una aproximación de evolución aplicando un algoritmo genético sobre una población de agentes para determinar la estrategia de negociación más exitosa.

Ardissono y Goy (2000) desarrollan SETA (*Servizi Telematici Adattativi*), un prototipo para soportar las ventas en las tiendas web, centrándose en la personalización de la interacción con los usuarios. El sistema SETA se basa en una arquitectura multiagente reactiva, desarrollada con Objectspace Voyager.

M. Weiss (2001) define un lenguaje de patrones para el desarrollo de arquitecturas de comercio electrónico basadas en agentes. Identifica las fuerzas que se necesitan para el diseño de sistemas de comercio electrónico basados en agentes: autonomía, necesidad de interaccionar, sobrecarga de información, múltiples interfaces, aseguramiento de la calidad, adaptabilidad, aspectos de privacidad, búsqueda de precios e identidad.

Los agentes móviles también tienen aplicación en el comercio electrónico, por ejemplo SOMA (*Secure and Open Mobile Agent*) (Corradi et al., 1999), que es un *framework* para construir aplicaciones de comercio electrónico seguras. Otras referencias de agentes móviles en comercio electrónico son (Papaioannou y Edwards, 1998; Sohn y Yoo, 1998; Vigna, 1998; Wong et al., 1999).

Los protocolos y políticas de comunicación en un sistema multiagente para el comercio electrónico es otro aspecto a tener en cuenta. Existen diversas

propuestas (Finin et al., 1995; Pitt y Mamdani, 1999; Pitt et al., 2000) basadas en KQML (*Knowledge Query and Manipulation Language*) (Finin y Wiederhold, 1991) y/o en FIPA (*Foundation for Intelligent Physical Agents*) (FIPA, 2001; García, 2000).

5 Arquitectura e-CoUSAL

e-CoUSAL es un sistema intermediario para el comercio electrónico, que presenta una arquitectura basada en un sistema multiagente, la cual se presenta más en detalle en (Gil y García, 2002).

La política comercial de este sitio está basada en la venta a través de catálogos de productos, que está, a su vez, soportada por dos componentes: un sitio web, que hace las veces de intermediario para las transacciones comerciales entre las PYMES y los usuarios finales, y una herramienta de autor, que permite la definición de los catálogos de productos a las PYMES (García et al., 2002).

La Figura 5 presenta la arquitectura de este sistema desde una perspectiva de alto nivel de abstracción y granularidad gruesa. Los óvalos representan los agentes y las flechas la comunicación bien entre ellos o entre entidades externas tales como los usuarios finales.

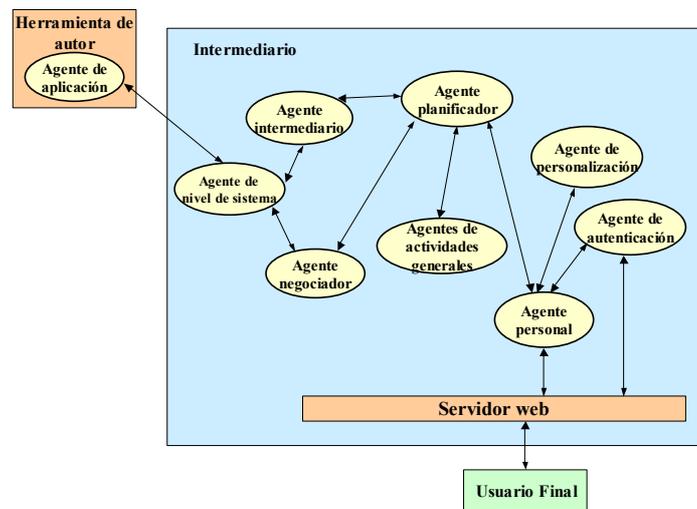


Fig. 5. Agentes en la arquitectura e-CoUSAL (Gil y García, 2002)

6 Conclusiones

El comercio electrónico está en auge pero necesita soluciones efectivas que doten a estas aplicaciones de los elementos necesarios para ofrecer la seguridad, la interoperabilidad y la flexibilidad que demandan sus usuarios, ya sean humanos u otros sistemas de negocio o de información.

Los agentes software y los sistemas multiagente encuentran en este sector una área importante de desarrollo y de aplicación, gracias a sus características de autonomía, inteligencia, comunicación y adaptabilidad.

Aún así, todavía queda mucho trabajo por realizar, y se abre ante los investigadores un amplio campo donde ofrecer soluciones que redunden en beneficio de un mejor mercado digital.

7 Referencias

- Ardissono, L., Goy, A.** (2000) Tailoring the Interaction with Users in Web Stores. *User Modeling and User-Adapted Interaction*, 10(4):251-303. Kluwer Academic Publishers.
- Armstrong, A., Durfee, E.** (1998) Mixing and Memory: Emergent Cooperation in an Information Marketplace. In *Proceedings of the Third International Conference on Multi-Agent Systems ICMA'98*. Pages 34-41.
- Brenner, W., Zarnekow, R., Wittig, H.** (1998) *Intelligent Software Agents*. Springer.
- Carmel, D., Markovitch, S.** (1998) How to Explore Your Opponent's Strategy (almost) Optimally. In *Proceedings of the Third International Conference on Multi-Agent Systems ICMA'98*. Pages 64-71.
- Carmel, D., Markovitch, S.** (1999) Exploration Strategies for Model-based Learning in Multi-agent Systems. *Autonomous Agents and Multi-Agent Systems*, 2:141-172.
- Ciancarini, P., Tolksdorf, R., Vitali, F., Rossi, D., Knoche, A.** (1998) Coordinating Multiagent Applications on the WWW: A Reference Architecture. *IEEE Transactions on Software Engineering*, 24(5):362-375.
- Corchado, J. M.** (2001) CBR-BDI Agents for an E-Commerce Environment. In *Proceedings of the Workshop On Object-Oriented Business Solutions – WOBS'01*. R. Corchuelo, A. Ruiz, J. Mühlbacher, J. D. Garcia-Consuegra (Eds.). Pages 13-22.
- Corradi, A., Cremonini, M., Montanari, R., Stefanelli, C.** (1999) Mobile Agents Integrity for Electronic Commerce Applications. *Information Systems*, 24(6):519-533.
- Chavez, A., Maes, P.** (1996) Kasbah: An Agent Marketplace for Buying and Selling Goods. In *Proceedings of the First International Conference on the Practical Application of Intelligent Agents and Multi-Agent Technology*. (London, United Kingdom, 1996). Pages 75-90. IEE.
- Doorenbos, B., Etzioni, O., Weld, D.** (1997) A Scalable Comparison-Shopping Agent for the World-Wide Web. In *Proceedings of the ACM Autonomous Agents'97*. (Marina del Rey, USA, 1997). Pages 39-48. ACM Press.
- Durfee, E. H.** (2001) Distributed Problem Solving and Planning. In M. Luck, V. Mařík, O. Štěpánková, R. Trappl (Eds.) *Multi-Agent Systems and Applications*. Lecture Notes in Artificial Intelligence Series Vol. LNAI 2086. Pages 118-149. Springer-Verlag.
- Durfee, E. H., Lesser, V.** (1989) Negotiating Task Decomposition and Allocation Using Partial Global Planning. In L. Gasser, M. Huhns (Eds.), *Distributed Artificial Intelligence Volume II*. Pages 229-244. Morgan Kaufmann.
- Finin, T., Labrou, Y., Mayfield, J.** (1995) KQML as an Agent Communication Language. In J. Bradshaw (Ed.), *Software Agents*. MIT Press.
- Finin, T., Wiederhold, G.** (1991) An Overview of KQML: A Knowledge Query and Manipulation Language. Stanford University Computer Science Department.
- FIPA** (2001) FIPA'2001 Specification 2: Agent Communication Language. FIPA. <http://www.fipa.org/>.
- Foisel, R., Chevrier, V., Haton, J.** (1998) Modeling Adaptive Organizations. In *Proceedings of the Third International Conference on Multi-Agent Systems ICMA'98*. Pages 427-428.
- Franklin, S. Graesser, A.** (1997) Is it an Agent, or just a Program?. In J. P. Müller, M. Wooldridge, N. R. Jennings (Eds.), *Intelligent Agents III*. Lecture Notes in Artificial Intelligence. Vol. LNAI 1193. Pages 21-36. Springer-Verlag.

- García Alonso, D.** (2000) Introducción al estándar FIPA. Informe Técnico UCM-DSIP 98-00. Versión 1.0. Departamento de Sistemas Informáticos y Programación, Universidad Complutense de Madrid.
- García, F. J., Gil, A. B., Moreno, M^a N., Curto, B.** (2002) A Web-Based E-Commerce Facilitator Intermediary for Small and Medium Enterprises: A B2B/B2C Hybrid Proposal. In K. Bauknecht, A. Min Tjoa, G. Quichmayr (Eds.), *E-Commerce and Web Technologies. Third International Conference, EC-Web 2002 Proceedings*. Lecture Notes in Computer Science Series. Vol. 2455. Pages 47-56. Springer Verlag.
- Genesereth, M. R., Ketchpel, S. P.** (1994) Software Agents. *Communications of the ACM*, 37(7):48-53,147.
- Gil, A. B., García, F. J.** (2002) Mediated E-Commerce Sites based on Adaptive Multiagent Systems. In *Proceedings of the 1 International Workshop on Practical Applications of Agents and Multiagent Systems - IWPAAMS'2002*. (23rd to 25th of October, 2002. Salamanca, Spain).
- Guessoum, Z., Briot, J.-P.** (1999) From Active Objects to Autonomous Agents. *IEEE Concurrency*, 7(3):68-76.
- Guessoum, Z., Quenault, M., Durand, R.** (2001) An Adaptive Agent Model. In *Proceedings of AIB'S*, York.
- Huang, Z., Eliëns, A., Ballegooij, A. van, De Bra, P.** (2000) A Taxonomy of Web Agents. In *IEEE Proceedings of the First International Workshop on Web Agent Systems and Applications WASA '2000*.
- Jennings, N. R., Sycara, K., Wooldridge, M.** (1998) A Roadmap of Agent Research and Development. *Autonomous Agents and Multi-Agent Systems*, 1:7-38.
- Klusch, M. (Ed.)** (1999) *Intelligent Information Agents*. Springer-Verlag.
- Lang, K.** (1995) Newsweeder: Learning to Filter Netnews. In *Proceedings of the Machine Learning Conference*. Morgan Kaufman.
- Ma, M. (Ed.)** (1999) Agents in E-Commerce. *Communications of the ACM*, 42(3):79-80.
- Maes, P.** (1994) Agents that Reduce Work and Information Overload. *Communications of the ACM*, 37(7):31-40,146.
- Maes, P., Guttman, R. H., Moukas, A.** (1999) Agents that Buy and Sell. *Communications of the ACM*, 42(3):81-91.
- Matos, N., Sierra, C.** (1999) Evolutionary Computing and Negotiation Agents. In *Agent Mediated Electronic Commerce*. Noriega, P., Sierra, C. (Eds.). Lecture Notes in Computer Science. VOL. 1571. Pages 126-150. Springer-Verlag.
- Matos, N., Sierra, C., Jennings, N.** (1998) Determining Successful Negotiation Strategies: An Evolutionary Approach. In *Proceedings of the Third International Conference on Multi-Agent Systems ICMA '98*. Pages 182-189.
- Menczer, F., Belew, R. K.** (1998) Adaptive Information Agents in Distributed Textual Environments. In *Proceedings of the Autonomous Agents '98*. Pages 157-164.
- Menezes, R., Merrick, I., Wood, A.** (1999) Coordination in a Content-Addressable Web. *Autonomous Agents and Multi-Agent Systems*, 2:287-301.
- Moukas, A., Maes, P.** (1998) Amalthea: An Evolving Multi-Agent Information Filtering and Discovery System for the WWW. *Autonomous Agents and Multi-Agent Systems*, 1:59-88.
- Noriega, P., Sierra, C. (Eds.)** (1999) *Agent Mediated Electronic Commerce*. Lecture Notes in Artificial Intelligence, Vol. 1571. Springer-Verlag.
- Papaioannou, T., Edwards, J.** (1998) Mobile Agent Technology in Support of Sales Order Processing in the Virtual Enterprise. In *Proceedings of the 3rd IEEE/IFIP Int'l Conference on Information Technology for Balanced Automation Systems in Manufacturing*. (Prague, Czech Republic, 1998). Pages 275-288. Kluwer Academic Publishers.
- Papazoglou, M. P.** (2001) Agent-Oriented Technology in Support of E-Business. *Communications of the ACM*, 44(4):71-77.
- Pitt, J., Guerin, F., Stergiou, C.** (2000) Protocols and Intentional Specifications of Multi-Party Agent Conversations for Brokerage and Auctions. In *Proceedings of Agents 2000*. (Barcelona, Spain, 2000). Pages 269-276. ACM Press.

- Pitt, J., Mamdani, A.** (1999) Designing Agent Communication Languages for Multi-Agent Systems. In Garijo, F., Boman, M. (Eds.), *Multi-Agent System Engineering MAAMAW'99*. Lecture Notes in Artificial Intelligence, Vol. LNAI 1647. Pages 102-114. Springer-Verlag.
- Sen, S., Weiss, G.** (1999) Multiagent Systems. A Modern Approach to Distributed Artificial Intelligence. In G. Weiss (Ed.) *Multiagent Systems*. Pages 259-298. The MIT Press.
- Sheth, B.** (1994) A Learning Approach to Personalized Information Filtering. SM Thesis. Department of Electrical Engineering and Computer Science. MIT.
- Sheth, B., Maes, P.** (1993) Evolving Agents for Personalized Information Filtering. In *Proceedings of the Ninth Conference on Artificial Intelligence for Applications*. IEEE-CS Press.
- Sohn, S., Yoo, K. J.** (1998) An Architecture of Electronic Market Applying Mobile Agent Technology. In *Proceedings of the 4th IEEE Symposium on Computers and Communications*. (Athens, Greece, 1998). Pages 359-364. IEEE-CS Press.
- Sycara, K., Pannu, A., Williamson, M., Zeng, D., Decker, K.** (1996) Distributed Intelligent Agents. *IEEE Expert*, 11(6):36-46.
- Vidal, J., Durfee, E.** (1998) The Moving Target Function Problem in Multi-Agent Learning. In *Proceedings of the Third International Conference on Multi-Agent Systems ICMA'98*. Pages 317-324.
- Vigna, G. (Ed.)** (1998) *Mobile Agents and Security*. Lecture Notes in Computer Science, Vol. 1419. Springer-Verlag.
- Weiß, G., Dillenbourg, P.** (1999) What Is 'Multi' in Multi-Agent Learning?. Chapter 4 in P. Dillenbourg (Ed.) *Collaborative Learning. Cognitive and Computational Approaches*. Pages 64-80. Pergamon Press.
- Weiss, G.** (1999) *Multiagent Systems*. The MIT Press.
- Weiss, M.** (2001) Patterns for e-Commerce Agent Architectures: Using Agents as Delegates. In *Proceedings of Pattern Languages of Programs 2001 - PLoP 2001*.
- Wong, D., Paciorek, N., Moore, D.** (1999) Java-based Mobile Agents. *Communications of the ACM*, 42(3):92-102.
- Wooldridge, M., Jennings, N. R.** (1995) Intelligent Agents: Theory and Practice. *The Knowledge Engineering Review*, 10(2):115-152.
- Yang, J., Papazoglou, M. P.** (2000) Interoperation Support for E-Business. *Communications of the ACM*, 43(6):39-47.