

Negociación Basada en Ontologías de Comunicación para Sistemas Multiagentes

Dr. Francisco Jacob Ávila Camacho¹, Mtro. Leonardo Moreno Villalba¹
y Mtro. Octavio C. Abundez Ramírez¹



Resumen

Este trabajo muestra los resultados de la implementación de un modelo de negociación novedoso, desarrollado para un sistema multiagentes enfocados en la compra y venta de artículos. El modelo de negociación está basado en las ontologías de comunicación entre agentes para lograr un proceso automatizado de compra-venta con beneficio para ambas partes.

Acerca de los autores...

¹ Académico de la División de Ingeniería Informática del Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec.

Palabras Clave: Agentes, Automatización, Comercio electrónico, Multiagentes, Ontologías.

Abstract

This work shows the results of the implementation of a novel negotiation model, developed for a multi-agent system focused on the purchase and sale of items. The negotiation model is based on communication ontologies between agents to achieve an automated buying and selling process with benefits for both parties.

Keywords: Agents, Automation, Electronic Commerce, Multi-Agents, Ontologies.

Introducción

El comercio electrónico se define como un proceso en el cual se llevan a cabo operaciones y transacciones de bienes y servicios a distancia a través de las redes de comunicaciones[1].

Al mismo tiempo, el comercio electrónico se constituye como una tecnología que permite tener acceso a información comercial, realizando operaciones electrónicas de forma sencilla, funcional e innovadora. Las operaciones electrónicas conforman el proceso de compra-venta de bienes y servicios a distancia, en donde existen diversas etapas para llevar a cabo dicho proceso de compra-venta: a) identificación de las necesidades del comprador, b) elección del producto a comprar, c) elección del vendedor, d) negociación del precio de venta, y e) el cierre de la compra de bienes o servicios.

Agente Comprador		Agente Vendedor
Identifica las necesidades		Vendedores a la espera de ofrecer
Elección	Producto a comprar	Encuentra al comprador Envía propuesta de oferta Vendedor mejora oferta
	Vendedor	
Rango de precio (Negociación)		
Cierre de compra		Orden de salida
Uso y disposición de productos o servicios		

Figura 1

Diversas etapas de la operación de compra-venta

La etapa de negociación es una tarea compleja que requiere de tiempo, técnica y estrategia para lograr un buen precio que satisfaga tanto al comprador como al vendedor.

En el mundo real, esa tarea es llevada a cabo por personas con objetivos claros y específicos y en condiciones preestablecidas. En el mundo virtual, dicha tarea se puede automatizar mediante el uso de agentes inteligentes configurados para adquirir los roles de vendedores y compradores en un proceso de toma de decisiones, con el fin de lograr uno o varios objetivos para concretar la transacción.

Los agentes inteligentes adoptan un comportamiento autónomo con el objetivo de lograr el mejor acuerdo posible, al igual que en los sistemas sociales y económicos, donde existe un gran dinamismo, surgen interacciones complejas entre los participantes, por lo que el comportamiento de los agentes debe adaptarse a los cambios de su entorno[2].

A continuación, se plantea crear un conjunto de estrategias de negociación basadas en un protocolo de comunicación que permita a un grupo de agentes inteligentes realizar el proceso de compra-venta para obtener acuerdos en un tiempo finito, llegando a ofrecer diferentes alternativas de solución que satisfagan a ambas partes. La idea de este artículo es presentar el estudio de los agentes inteligentes como su aplicación a la

negociación de compra-venta donde se requiera establecer una comunicación en cualquier momento entre el usuario y el portal del vendedor, en el cual los agentes se interrelacionan por sí solos, con o sin la intervención del ser humano.

Las negociaciones en el mundo real no requieren que las partes lleguen a un acuerdo negociado; de manera similar, la negociación automatizada que aquí se realiza tiene la misma opción. Un agente puede elegir “no negociar” o “rechazar un acuerdo” si no le es satisfactorio el acuerdo. Además, distinguimos entre mercado electrónico no controlado y controlado. Un mercado controlado se basa en un conjunto predefinido de usuarios, que “se inscriben” en el mercado y aceptan un cierto conjunto de reglas. Un mercado electrónico no controlado no tiene tal acuerdo; los agentes son bienvenidos a entrar y salir

en cualquier momento, y no están obligados a aceptar las reglas[3].

Las partes tienen algún conflicto de intereses y los agentes siempre pueden elegir “no negociar” como una opción real. Y finalmente, nos enfocamos en mercados abiertos, en lugar de cerrados. Dentro de estos límites, el propósito de este documento es proporcionar una visión general de los procesos automatizados de negociación competitiva dentro del comercio[4].

Es importante subrayar que el presente artículo no es un sistema hecho para satisfacer las necesidades de una compañía privada y/o pública; es un trabajo de investigación en el que se propone una estrategia de negociación entre agentes, basada en ontologías para la comunicación. El paradigma de los agentes inteligentes es crear estrategias de negociación que permitan a los agentes llegar al mejor acuerdo para la compra y venta de productos y servicios. Esta solución podrá ser aplicada e implementada en aplicaciones específicas de empresas y organizaciones interesadas en el comercio electrónico.



I. Marco metodológico y descripción del sistema multiagente de negociación

En el marco de este trabajo y con el objetivo de fijar las bases que conllevan la implantación de los agentes, se hizo el desarrollo del software, siguiendo las siguientes etapas de la Ingeniería del Software:

- Análisis del Sistema: estudiar los requisitos del producto software a desarrollar.
- Alcance y Requerimientos del Sistema: detallar el objetivo, requisitos y funcionamiento de la aplicación.
- Diseño y Arquitectura: definir las funciones que realizará el sistema. Se realiza la fase de conceptualización utilizando diagramas de caso, de uso y de actividades de UML.
- Desarrollo del Prototipo: pasar del diseño al código.
- Implantación y Obtención de Resultados: comprobar que el software realice correctamente las tareas indicadas en el alcance.
- Evaluación, Mantenimiento y Documentación: realizar guías de instalación de las herramientas Ontología, Jade y del Usuario, y proponer mejoras del software.

Para la implementación de los agentes inteligentes, analizaremos el uso de algunas técnicas y aplicaciones utilizadas frecuentemente, como Jade, que es un middleware o medio de gestión de servicios (MGS) que proporciona un marco de ejecución para los agentes, con licencia abierta LGPL (la Licencia Pública General Reducida de GNU), simplificando el desarrollo con abstracciones mínimas para la especificación, implantación y manipulación de los agentes, que crea sistemas multiagente de acuerdo con el estándar del protocolo FIPA[5].

Se utiliza la especificación FIPA (Foundation for Intelligent Physical Agents, <http://www.fipa.org>), de contrato de iteraciones iterado, que nos sirve para establecer una comunicación cíclica entre agentes.

Este artículo busca identificar mediante ontologías, situaciones de negociación con base en el comportamiento humano a partir del resultado de procesamiento de un sistema artificial.

Una ontología en Jade, es la manera en que los agentes se comunican utilizando el tercer método descrito, conocido como SL.

La palabra ontología se aplicó en la filosofía, significa “lo que se es”. En términos llanos, es el estudio del ser, como de sus atributos (propiedades) [6].

En Jade las ontologías incluyen clases para trabajar con éstas y con los lenguajes de contenido:

- Los lenguajes de contenido tienen que ver con su representación de contenido de los mensajes, llamado ACL, que implica un lenguaje entendible en el léxico humano, es decir, maneja el lenguaje SL.
- Las ontologías tienen que ver con la semántica de los mensajes que se intercambian y su verificación, que se hace cada cierto tiempo.

En el presente estudio, se aplicaron las Ontologías porque proporcionan un vocabulario lógico, para que los agentes lo apliquen al comunicarse con base en el software Protégé[7].

Se planteó una negociación en el cual los agentes establecen una comunicación de compra y venta por sí solos con y/o sin la intervención del usuario. Además, se busca comprobar la funcionalidad de diversos escenarios implementados dentro de Jade, que serán de gran ayuda para la construcción en código Java.

Por último, se procedió a implementar la aplicación de la negociación construida previamente, y a verificar y validar su funcionamiento real en diversos escenarios, utilizando las distintas opciones de simulación disponibles.

En el proyecto se crean dos o más agentes inteligentes (agente comprador y agente vendedor), cada uno con su propio objetivo, donde tienen que negociar entre sí en un entorno que se rige en el ambiente de Jn.

II. Dos arquitecturas FIPA y la elegida para la negociación entre agentes

Existen diferentes tipos de comunicación para llevar a cabo una negociación o comunicación entre los agentes inteligentes, dependiendo de su finalidad; se toman en cuenta dos protocolos de negociación, para elegir el que cumple con los objetivos planteados.

FIPA Contract Net (Contrato en Red), es un protocolo de negociación (se proponen y se evalúan propuestas). El principal problema que resuelve, es el de la *conexión entre nodos* que deben ejecutar tareas y nodos que están inactivos. Este problema se resuelve utilizando un mecanismo de mercado: realizar contratos entre nodos. El nodo que desea contratar a otros nodos actúa como *gestor*, y los nodos que acepten realizar una tarea, actuarán como *contratados*. Un gestor es responsable de supervisar la ejecución de una tarea y procesar los resultados de la misma. Un contratado es responsable de realizar una tarea. Los nodos no se determinan *a priori*, sino dinámicamente, y un nodo puede tener ambos papeles (gestor/contratado) en diferentes contratos. Se toma como referencia el primero para hacer una negociación simple.

Una manera ordenada de describir el flujo de comunicación que ocurre entre los agentes, es la siguiente:

1. El iniciador –Fernando– solicita m propuestas de otros agentes –V1, V2 y V3– mediante la emisión de una convocatoria de propuestas acto (CFP), que especifica la tarea, así como las condiciones del Iniciador –\$2,4000– está poniendo sobre la ejecución la primer oferta que lanza el agente comprador. Los participantes que recibieron la convocatoria de propuestas son vistos como posibles contratistas, y son capaces de generar respuestas n (Propose).
2. De éstos, j son propuestas para llevar a cabo la tarea que se especifica a proponer actos. La propuesta del participante incluye las condiciones previas de las que el participante requiere partir para la tarea, que pueden ser el precio, momento en el que se llevará a cabo la tarea, etcétera, como alternativa, los $i = n-j$. Los participantes pueden negarse a proponer, que en este ejemplo no ocurre.
3. Una vez que pasa la fecha límite o número de rondas y el precio de compra o de

venta con margen de ganancia, el Iniciador –Fernando– evalúa las propuestas recibidas y selecciona j agentes para llevar a cabo la tarea; uno, varios o sin agentes pueden elegirse.

4. Los agentes l de la propuesta (s) seleccionados se enviarán un acto **accept-proposal** (Agente V1) .Los agentes k restantes recibirán un acto **reject-proposal** (Agentes V2 y V3).
5. Una vez que el participante haya completado la tarea, se envía un mensaje de finalización al iniciador –Fernando– en forma de **inform-done** o una versión más explicativa en la forma de un **inform-result** o **Inform**, que es el caso de este ejercicio.

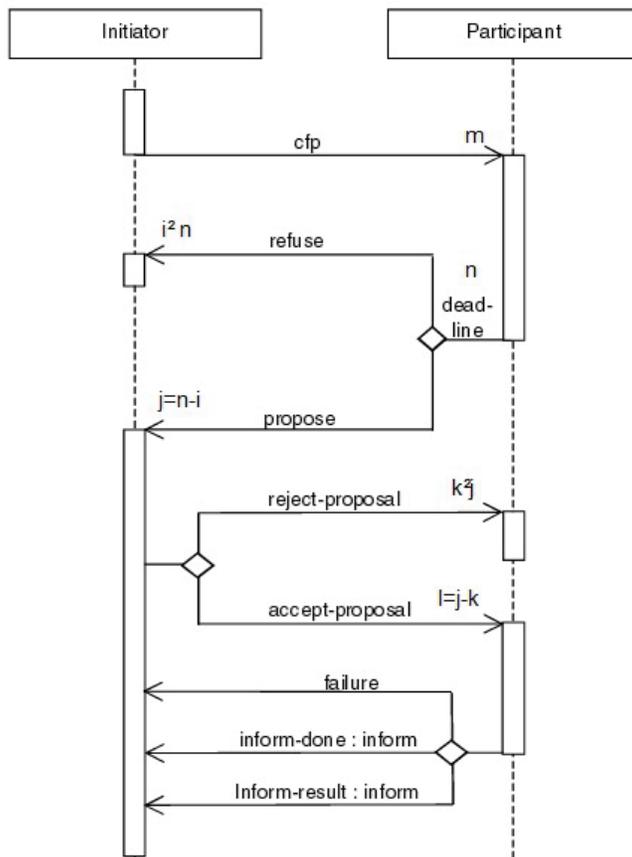


Figura 2

Diagrama contrato de red de iteración FIPA

FIPA Iterated Contract Net (Contrato en Red Iterado): variante de la anterior que permite la renegociación.

Basado en el anterior protocolo, se toma este otro para llevar a cabo una ronda de negociaciones que se preste a diferentes escenarios y que pueden suceder al término de un número establecido de rondas.

Donde al finalizar el número de rondas se llegue o no a un acuerdo, pero con una negociación de por medio entre los agentes, a través del regateo.

Al igual que con el Contract Net Iteration Protocol, el Iniciador:

- m –Fernando– entra en una convocatoria inicial de propuestas con el acto de la CFP.
- n –Agentes V1, V2 y V3– los participantes que responden.
- k se proponen los mensajes de los participantes que están dispuestos y son capaces de hacer la tarea en las condiciones propuestas.
- j restante son de participantes que se niegan.
- De las propuestas K , el iniciador puede decidir esto, es la iteración final y
 - aceptar p de las ofertas ($0 \leq p \leq k$), y
 - rechazar las otras.
- Alternativamente, el iniciador puede decidir repetir el proceso por
 - la emisión de una CFP revisada para l de los participantes y
 - rechazar los restantes $k-l$ participantes.
- Iniciador pretende obtener mejores ofertas de los participantes mediante la modificación de la llamada (CFP) y llamar nuevamente a licitación (equivalentemente, revisada).
- El proceso termina 1) cuando el iniciador rechaza todas las propuestas y no emite una nueva CFP; 2) el Iniciador acepta una o más de las ofertas, o 3) todos los participantes se niegan a presentar ofertas.

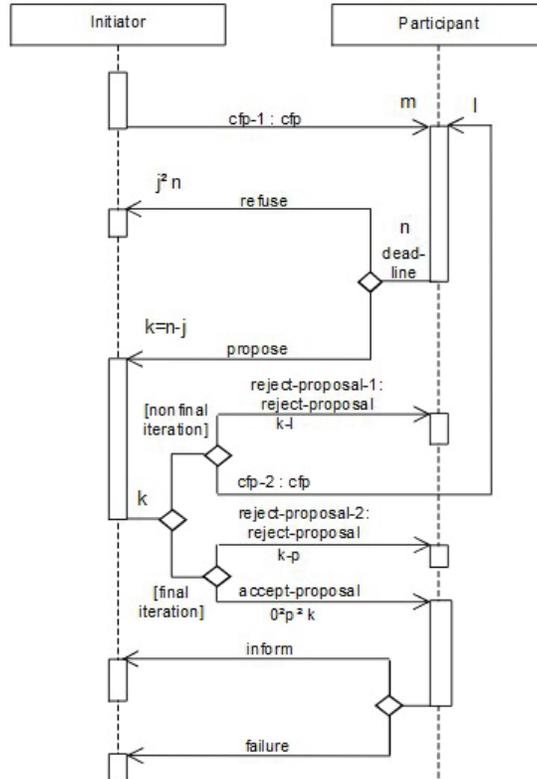


Figura 3

Diagrama iterado de contrato de red de iteración FIPA.

Considerando lo anterior, se determinó que el protocolo que cumple con las expectativas para el desarrollo del presente trabajo de investigación, es el Iterado de contrato en red, con base en la mejor oferta, porque conlleva un ciclo de rondas finitas entre el agente comprador (Iniciador) y el agente vendedor (participante) que implica el llevar a cabo la negociación más conveniente para las partes. Aunado a ello, se complementa el sistema multiagente para la negociación con las ontologías.

La ontología es una representación alterna del conocimiento por medio de conceptos, que son abstracciones del mundo que deseamos representar [8]. El proyecto busca identificar mediante ontologías, situaciones de negociación en base en el comportamiento humano a partir del resultado de procesamiento de un sistema artificial. En Jade las ontologías incluyen clases para trabajar con éstas y con los lenguajes de contenido, como:

- Los lenguajes de contenido tienen que ver con su representación del contenido de los mensajes, llamado ACL, que implica un lenguaje entendible en el léxico humano, es decir maneja el lenguaje SL.
- Las ontologías tienen que ver con la semántica de los mensajes que se intercambian y la verificación que hace cada periodo de tiempo.

La ontología fue creada para generar una comunicación en una negociación de agentes vendedores y un agente comprador, en la cual se pide elegir la mejor oferta de los agentes vendedores. Se estructura mediante clases Java, misma que contiene un concepto, un predicado y una acción, como se detalla en seguida:

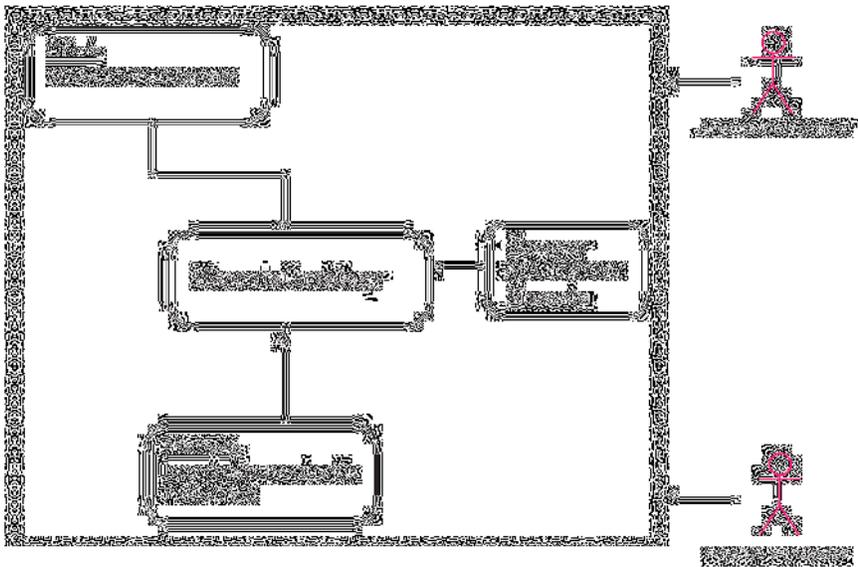


Figura 4

Ontología del sistema de compra-venta SNE.

Concepto:

- Mascota: Que contiene atributos de tipo Precio Máximo, Oferta Comprar que utilizará el agente Comprador para negociar el precio inicial, y las ofertas a negociar, para llegar o no a un acuerdo ventajoso para las partes.

Predicado:

- Oferta: Utiliza los atributos del concepto Mascota, para que los agentes Vendedores negocien con el agente Comprador.

Acción

- Comprar: Utiliza el Concepto Mascota para realizar la acción de llegar o no a un acuerdo entre los agentes Comprador y Vendedor.

III. Diseño de la negociación, casos de acuerdos y de no acuerdos entre los agentes

Primero es necesario determinar cuáles son los actores que interactúan con el mismo y las acciones que pueden realizar. En este caso, vamos a encontrar dos tipos de usuarios: el usuario Administrador (el gestor del prototipo), y el usuario Cliente (el que desea realizar acciones de comercio a través del uso de la plataforma).

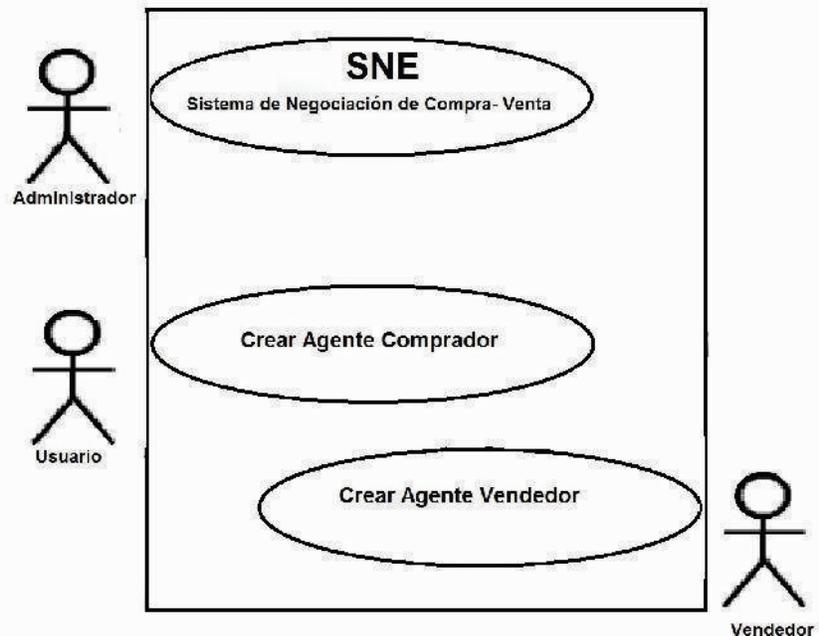


Figura 5

Diagrama de caso de uso general del sistema SNE.

Casos en los que se llega a un **Acuerdo**:

- El agente comprador solicita el precio de un artículo al vendedor; si el precio es mejor que el deseado por el comprador, éste acepta directamente el trato, ya que estaba dispuesto a pagar más y no tiene que realizar el número de rondas límite.
- Tras un proceso de negociación, el agente comprador o usuario está de acuerdo con el precio ofrecido por el vendedor y acepta el trato, se llega a un precio satisfactorio entre las partes.

Casos en los que **No** se llega a un **Acuerdo**:

- El agente comprador no puede aumentar más el monto de su oferta, ya que sobrepasa el precio máximo que está dispuesto a pagar y no está determinado por el número de rondas.

- El agente vendedor no puede disminuir más el monto de su oferta, y no está determinado por el número de rondas, es decir, si la primera oferta del comprador está por debajo del precio mínimo aceptable.
- Es posible que cuando el agente comprador no esté de acuerdo en el trato, le envíe el mensaje de notificación al vendedor.
- Los agentes se dan de baja inesperadamente del mercado, con lo cual se rompen los contactos que habían establecido entre ellos.
- A pesar de que el mercado haya incluido al agente vendedor en la lista de potenciales vendedores para el agente, es posible que al solicitar el precio inicial del producto, ya no posea propuestas, con lo cual no iniciarían ningún proceso de negociación.

IV. Resultados y discusión

Los resultados de la experimentación están determinados por el tipo de estrategia diseñada y los parámetros que se establezcan. Los objetivos se consiguen cuando ambas partes negociadoras llegan a un acuerdo que satisface a las partes, con la definición de una serie de valores, como se explica a detalle en tres escenarios:

a) Negociación con acuerdo de compra

El agente comprador desea un determinado artículo. Tras establecer contacto con los agentes vendedores a través del Mercado, elige al vendedor que presenta la mejor oferta. A partir de este momento, se suceden las ofertas y contraofertas, hasta obtener un acuerdo que beneficie a ambas partes. Los parámetros de negociación son los siguientes:

TABLA 1
NEGOCIACIÓN CON ACUERDO

AGENTE COMPRADOR	AGENTE VENDEDOR
Precio deseado: \$5,434.00	Disponible Precio Ofertado: \$3,786.00
Precio Máximo de Compra: \$3,582.574	
Después de 5 rondas, se llega a un Acuerdo de precio de: \$ 3,566.803	

En la herramienta Sniffer de Jade, se visualiza el flujo de comunicación que se da entre el agente comprador y los vendedores, para llegar a un acuerdo entre el Agente V2 y el Comprador 1.

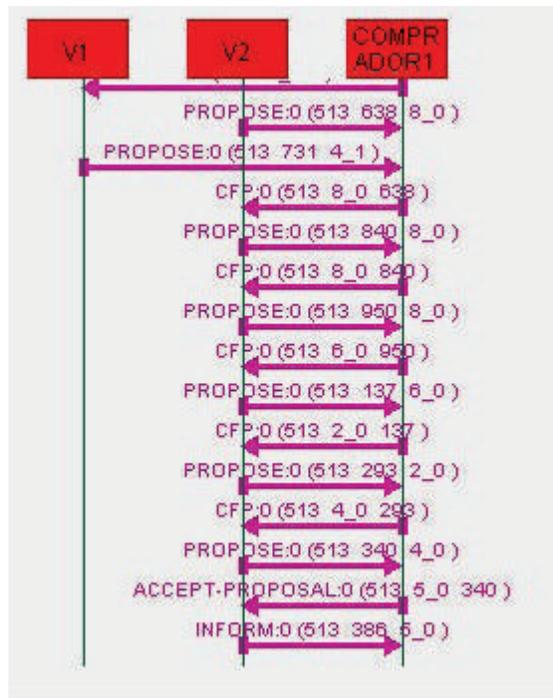


Figura 6

Sniffer, acuerdo entre agentes comprador y vendedor.

b) Negociación sin acuerdo, porque el precio propuesto por los vendedores es más alto a la propuesta del comprador.

El agente comprador establece contacto con los agentes vendedores <V1 y V2> a través del Mercado, sólo que las propuestas de los agentes vendedores están por encima de la propuesta del Agente Comprador: Fernando, que es de \$1,200.

TABLA 2
NEGOCIACIÓN SIN ACUERDO

AGENTE COMPRADOR	AGENTE VENDEDOR
Precio deseado: \$1,200.00	Disponible Agente R1: \$4,368.00 Agente R2: \$2,897.00
Rechaza	Sin negociación

En la herramienta Sniffer de Jade, se visualiza el flujo de comunicación que se da entre el agente comprador Fernando y los vendedores R2 y R1, que no llegan a un acuerdo, porque el precio que dan los vendedores es caro y el comprador no está dispuesto a continuar.

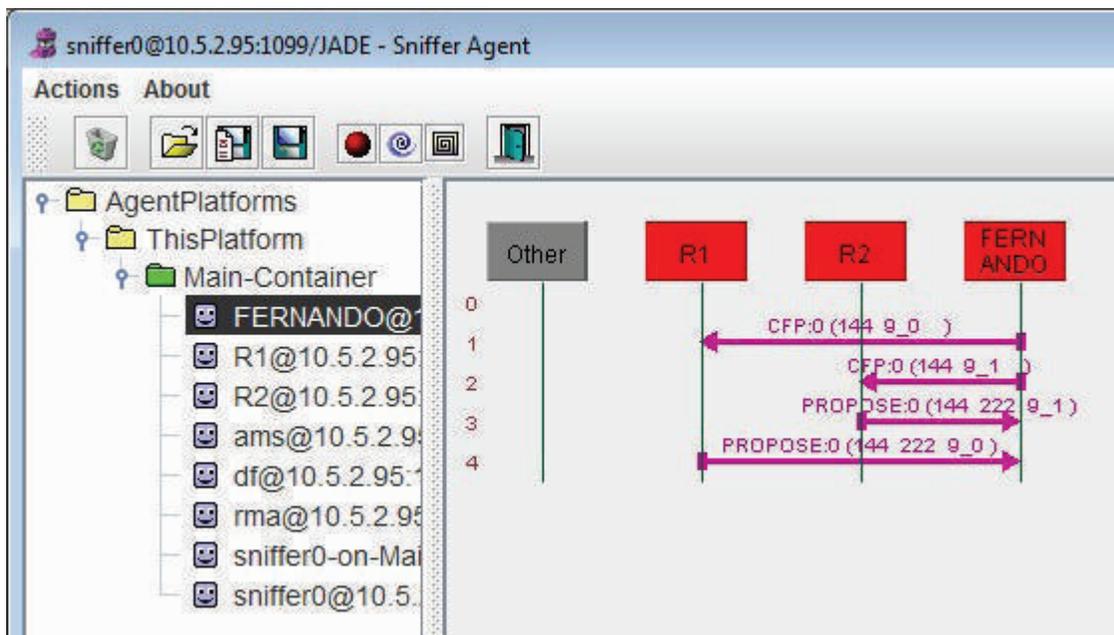


Figura 7

Sniffer, sin acuerdo entre agentes comprador y vendedor.

Los dos agentes vendedores (R1 y R2) responden a la petición del agente comprador Fernando, pero sus propuestas son más altas de lo que el agente Fernando puede pagar. A continuación se presenta la ejecución del programa con el proceso de rechazo.

c) Negociación rechazada por el vendedor, debido a un monto por debajo del precio mínimo de venta.

Se establece la oferta inicial del Agente Comprador Saúl, por \$1,300.00. Los Agentes Vendedores 1 y 2 lanzan sus propuestas, siendo mejor la del Agente Vendedor 2 para el Agente Comprador; comienza una ronda de negociaciones, sólo que el Agente V2 rechaza (Refuse), en la ronda 5 la propuesta del Agente Comprador, porque está por debajo de la Venta Mínima del Agente V2; la rechaza y sale de la negociación.

TABLA 2
NEGOCIACIÓN RECHAZADA POR EL VENDEDOR POR PRECIO

AGENTE COMPRADOR	AGENTE VENDEDOR
Precio deseado: \$1,300.00	Disponible Precio Ofertado Agente V1: \$4,437.00 Agente V2: \$1,265.00
Precio Máximo de Compra: \$1,201.803	
Después de 5 rondas, el agente Vendedor rechaza la oferta	

En la herramienta Sniffer de Jade, podemos visualizar el flujo de comunicación que se da entre los agentes comprador y vendedores, en particular, el agente V1 y el agente Saúl no llegan a un acuerdo, por no convenir a los intereses del comprador.

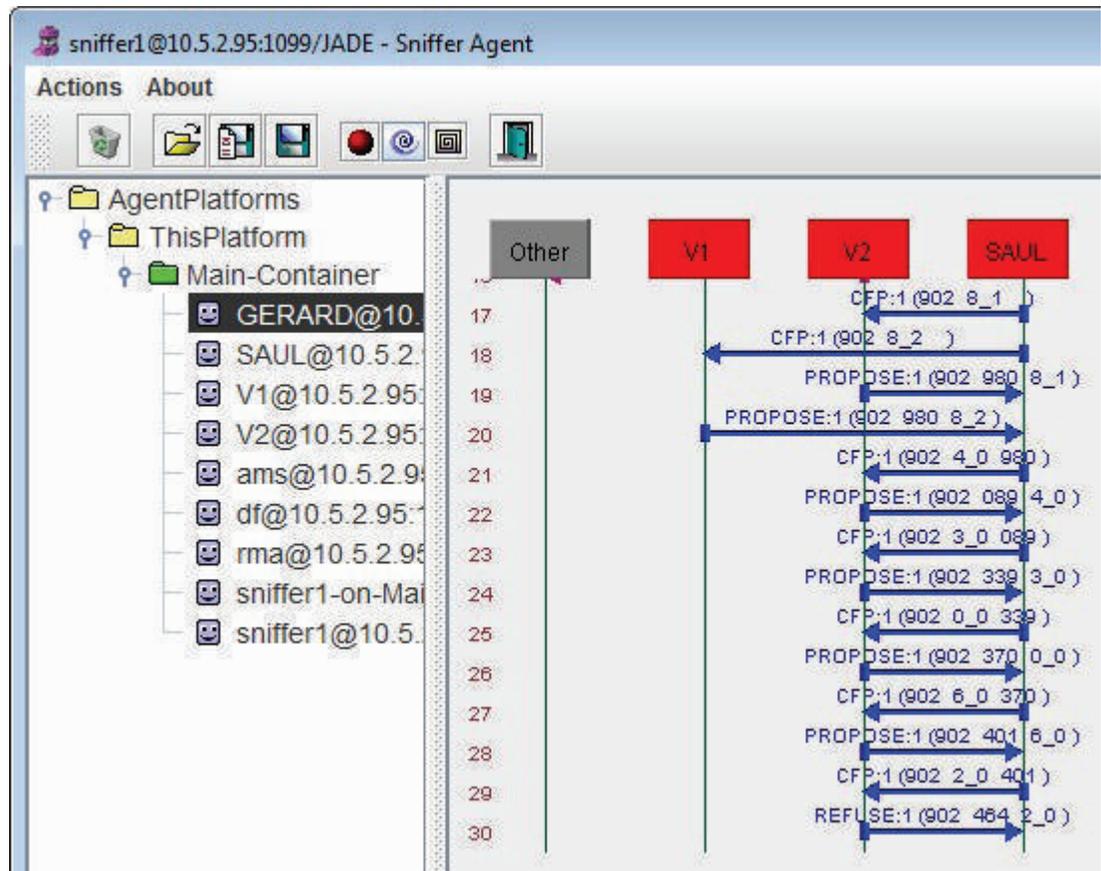


Figura 8

Sniffer. Negociación rechazada por el vendedor por precio.

Pruebas de Ejecución Compendiada

Se refiere al conjunto de pruebas que se dieron con base en el rango de precios de 1,000 hasta 5,500, realizadas en 19 casos, con tres escenarios comunes:

- Donde la oferta del comprador es menor a lo ofrecido por los vendedores. Hay 50% de rechazo por excesivo precio, 33% donde se llega a un acuerdo de compra y un 16% de rechazo de parte del agente comprador.
- Donde la oferta del agente comprador es igual o por debajo del rango mínimo de \$1000, en el 100% es rechazada la oferta por el comprador por ser las ofertas por encima de la oferta planteada.
- Donde la oferta del comprador es mayor al rango de \$5,500.00, sucede que hay 50% de acuerdos, 33% de rechazos por no llegar a un acuerdo, y 16% de rechazo por que la oferta fue superior a la propuesta del comprador.

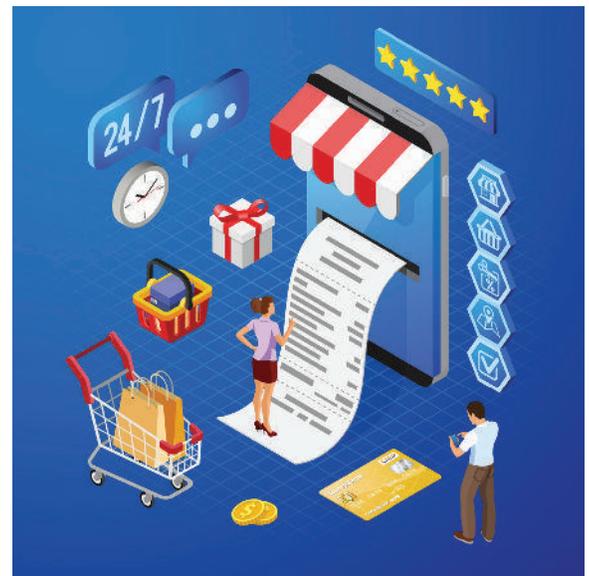
Algo que destaca de las pruebas, es que en el caso del inciso c) la oferta del comprador es mayor al rango de precios, por lógica la mayoría de las negociaciones deberían cerrarse en un acuerdo, pero el sistema lo que hace es generar un nuevo rango de negociación, con base en las ofertas del agente vendedor, es decir, si la oferta del vendedor es de 4,000.00, y la oferta inicial del comprador era de 6,000.00, el sistema establece un máximo de compra con base en la oferta seleccionado por el agente vendedor, siendo relativamente ventajoso para el agente comprador esta nueva realidad, debiéndose ello a un nivel de acuerdos por debajo de lo que uno esperaría.

Conclusiones y Trabajos futuros

El desarrollo del proyecto alcanza los objetivos establecidos, aunque es necesario resaltar que es de vital importancia a la hora de realizar un proyecto de estas características, seguir las fases establecidas por la Ingeniería del Software, que abarca Análisis del sistema, Especificación del sistema y Diseño y arquitectura, para ajustar las características del programa con la ontología aplicada.

La principal aportación del proyecto es mostrar la factibilidad de implementar un software que lleve a cabo un proceso de negociación entre agentes de software, siguiendo como modelo el estándar de protocolo FIPA iterado de contrato de red con el manejo de la ontología, haciendo mención que este protocolo ofrece otros estándares de comunicación, como la subasta inglesa, la subasta holandesa, el contrato de red en iteración, etcétera, siendo presentado en la tesis sus formas más elaboradas en cuanto a la comunicación entre agentes.

Los Sistemas Multi-Agente de negociación, constituyen una alternativa a tener en cuenta en entornos donde sea necesario elegir un algoritmo de negociación u estrategia, dependiendo de determinadas circunstancias. En este sentido, el trabajo realizado en este proyecto no solo se limita a un proceso de negociación, sino que puede servir de base para la resolución de problemas de planificación y optimización de recursos basados en el “mejor precio” o coste, que puede ofrecer un agente en la resolución de una tarea concreta. También en la memoria de casos exitosos (positivos) y no exitosos (negativos), donde intervienen otras variables, aparte del precio, buscando el perfil del comprador (edad, localidad, sexo, preferencias de consumo) y con ello el agente vendedor guarda en una plantilla los casos que correspondan, para que cuando haga nuevas negociaciones, utilice la plantilla que más se acerca al perfil del comprador, y tener así más probabilidades de éxito <plantilla positiva>, realizando negociaciones con la ventaja de la memoria.



Referencias

Fuentes Calvo, F. (2009). *Principios de seguridad en el comercio electrónico*. Madrid, España, Ed. Alfaomega, pp. 8-22.

Vigo, Universidad. (2007). *Programación en Jade*. Universidad de Vigo. Disponible en <https://programacionjade.wikispaces.com/Agentes>

Iglesias, Fernández, C.Á., (1998) *Definición de una Metodología para el Desarrollo de Sistemas Multiagentes*, Madrid, España, Ed. Universidad Politécnica de Madrid, pp. 46-47.

Bellifemine, Caire, & Greenwood, (2002). *Developing multi-agent systems with Jade*, Inglaterra, Ed. John Wiley & Sons, pp. 6-9.

Gruber, T., (1995). *Toward Principles for the Design of Ontologies Used for Knowledge Sharing*.

Vigo, Universidad. (2007). *Programación en Jade*. Disponible en <https://programacionjade.wikispaces.com/Ontologias>

Muse, M., (2004). *Protégé*. Retrieved, disponible en: <http://protege.stanford.edu/products.php>

Rebollo, L.P., (2007). *Sistema Multi-Agente para la construcción automática de ontologías*. Escola Técnica Superior d'Enginyeria.