

# Aprendizaje Basado en Casos aplicado a Procesos de Negociación

**Carla Salazar Serrudo**

Universidad Complutense de Madrid, Dpto. Sistemas Informáticos y  
Programación, 28040 Madrid, España - [kanata99@hotmail.com](mailto:kanata99@hotmail.com)

**Claudio Augusto Delrieux**

Departamento de Ing. Eléctrica y Computadoras – Universidad Nacional  
del Sur – Bahía Blanca – Argentina – [claudio@acm.org](mailto:claudio@acm.org)

## 1. Introducción

En los últimos años se ha presenciado el crecimiento y auge de la economía digital. El comercio electrónico plantea un nuevo marco de negocios para desarrollar operaciones mercantiles. Se puede definir al comercio electrónico como cualquier forma de transacción comercial en la que las partes interesadas interactúan electrónicamente, en lugar de utilizar intercambio o contacto físico directo.

La modalidad de comercio electrónico más popular es: B2C (Business to Consumer). Consiste en la venta de productos finales al consumidor a través de Internet, en las denominadas tiendas virtuales. Uno de los aspectos clave del B2C es el desarrollo de aplicaciones que buscan o comparan precios de productos en diferentes tiendas. Según un estudio de Dataquest en la actualidad un 10% de las ventas en Internet se canalizan por este medio. Estos comparadores de precios son agentes software<sup>1</sup> que rastrean diferentes tiendas virtuales y cuyo objetivo es buscar el menor precio. Entre estos agentes se pueden citar a Bargain Finder y Jango que son agentes notificadoros de productos, a Firefly y PersonaLogic que son agentes de recomendación de productos, etc.

## 2. Descripción del problema de aprendizaje dentro del proceso de negociación

Existen varias etapas a la hora de comprar algún producto, entre ellos, la etapa más interesante es el proceso de negociación. Este proceso se considera el momento más importante dentro del comercio, pero es a su vez, una tarea bastante compleja y que requiere de tiempo y de estrategias, tanto del comprador como del vendedor para conseguir el producto al mejor precio posible o en el mejor plazo de entrega o con cualquier otro criterio deseado.

En este trabajo se propone construir agentes compradores y vendedores, que se desenvuelvan en un mercado virtual y que tengan capacidad de negociar el precio de un producto por sus clientes. Los agentes en cuestión deberán contar con capacidad de aprendizaje de manera que puedan captar la manera de negociar de su cliente: cómo actúan, cuánto ofertan, cuándo ofertan, cuándo se retiran del negocio, cuándo aceptan la oferta, etc.

En la figura 1 se muestra el esquema del Sistema de Aprendizaje para procesos de Negociación Electrónica (SANE). En dicha figura se puede apreciar a un agente comprador, representante de un cliente humano y a un agente vendedor, encargado de una tienda virtual. Ambos se encuentran regateando el precio de un producto dentro un mercado virtual [6] usando el razonamiento basado en casos (RBC). Los agentes interactúan usando un lenguaje simbólico de negociación, a través de una pizarra electrónica. También se puede apreciar que tanto el comprador como el vendedor disponen de una memoria de casos de negociación que les permite negociar de manera más inteligente a medida que adquieren mayor experiencia. Por ejemplo: ante un nuevo caso de negociación, el comprador puede buscar en su memoria los casos anteriores que hayan tenido éxito, bajo ciertas condiciones (ejemplo: casos similares, casos exitosos, etc.). Entonces, se recupera el caso más parecido y se aplica a la nueva situación. Para la recuperación de los casos, en este trabajo, se usaron métodos estadísticos como la regresión, distancia, etc.

---

<sup>1</sup> Programa informático que puede comportarse como una entidad autónoma y que puede actuar racionalmente de acuerdo a sus percepciones externas y al estado de su conocimiento interno

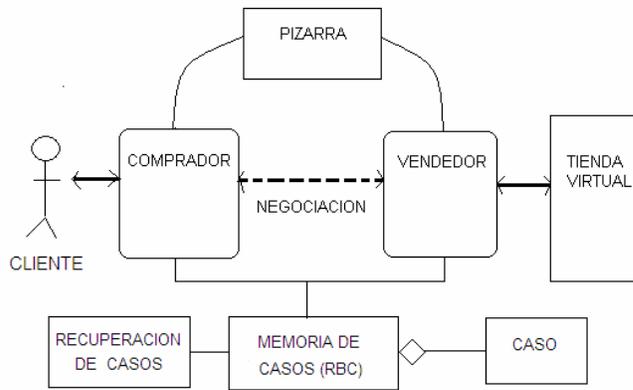


Fig. 1. Arquitectura del Sistema de Aprendizaje para procesos de Negociación Electrónica (SANE).

### 3. Agentes software

Se ha diseñado una plantilla de agente con características que le permitan participar en un mercado virtual. Dicha plantilla de agente se ha basado en el trabajo de Patty Maes y consta básicamente de los siguientes atributos:

- **Nombre:** Almacena el nombre del agente
- **Producto:** Nombre del producto que se desea comprar o vender
- **Precio deseado:** Precio que se desea pagar o recibir por el producto
- **Precio máximo a pagar:** Precio máximo a pagar o precio mínimo a recibir.
- **Precio inicial:** Precio inicial de regateo
- **Precio actual:** Cantidad ofertada en el momento actual
- **Precio actual adversario:** Cantidad ofertada por el adversario en el momento actual
- **Fecha inicial:** Fecha en la que se empieza el regateo
- **Fecha actual:** Fecha actual del proceso de regateo
- **Fecha límite:** Fecha tope en la que se debe realizar la compra o venta
- **Función incremento/decremento:** función matemática que permite calcular el nuevo precio a ofertar. Dicha función puede ser lineal, cuadrática o exponencial.

El agente comprador tiene los atributos anteriores y además incorpora el nombre del cliente al que representa y el comportamiento que cumple se puede describir así:

- **ElegirProducto:** dado el catálogo del vendedor, el comprador ingresa el nombre del producto deseado, al mismo tiempo ingresa los datos iniciales de la compra (precio inicial, precio deseado, precio máximo, fecha límite de compra).
- **BuscarProducto:** ingresa el nombre del producto. También, ingresa los datos iniciales de la compra (precio inicial, precio deseado, precio máximo, fecha límite de compra).
- **Ofertar:** efectúa el proceso de regateo de precio de compra del producto mientras el precio ofertado por el vendedor sea mayor a su precio deseado o precio máximo a pagar. El precio ofertado se calcula así: el tiempo comprendido entre la *fecha inicial* y *fecha límite* se divide en tres partes: en el primer tercio se usa la función lineal, en el segundo tercio se usa la función cuadrática y en el último tercio se usa la función exponencial. La razón es la siguiente: al principio no se tiene mucha prisa por ofrecer un precio muy elevado y por lo tanto, el precio se calcula con la función lineal. Lo contrario sucede al final del periodo, donde se tiene urgencia por conseguir el producto y se puede ofrecer hasta el *precio máximo a pagar*.
- **Rechazar:** en cualquier momento se puede rechazar el precio propuesto por el agente vendedor. Esta conducta sólo manifiesta una forma de disgusto ante la última oferta.
- **Comprar:** Si el precio del vendedor es menor o igual al precio ofertado por el comprador, entonces, se compra el producto.
- **Salir:** En cualquier momento, el agente comprador puede retirarse del mercado virtual.

El agente vendedor tiene como atributo adicional a la plantilla básica señalada la tienda virtual a la que representa y el comportamiento que efectúa incluye lo siguiente:

- **Presentación:** el vendedor expone su catálogo de productos al comprador, con datos que incluyen el nombre del producto, su precio, fecha de expiración, etc.
- **DescribirProducto:** dado el nombre del producto requerido por el comprador, el vendedor le expone los datos del producto.
- **Regatear:** efectúa el proceso de regateo mientras el precio del comprador sea menor al precio deseado o al precio mínimo establecido por el agente vendedor.
- **Rechazar:** en cualquier momento se puede rechazar (no aceptar) el precio ofertado por el agente comprador.
- **Vender:** Si el precio del comprador es mayor o igual al precio ofertado por el vendedor, entonces se realiza la venta.
- **Salir:** En cualquier momento, el agente vendedor puede retirarse del mercado virtual.

#### 4. Pizarra electrónica

La implantación de comunicación entre el agente comprador y el agente vendedor se ha realizado mediante una pizarra electrónica, donde ambos, de manera sincrónica y alternada, pueden escribir y leer las primitivas de comunicación. Dichas primitivas son:

- **ListaProducto(*t*, *prod*):** El vendedor muestra los productos *prod* de la tienda *t*
- **DescripcionProducto(*prod*):** El vendedor muestra las características del producto *prod*
- **Precio(*prod*, *pre*):** El vendedor devuelve el precio *pre* del producto *prod*
- **Vendo(*prod*, *pre*):** El vendedor oferta el producto *prod* al precio *pre*
- **TratoHecho(*prod*, *pre*):** Acepta el producto *prod* al precio *pre*
- **Rechazo(*prod*, *pre*):** No acepta el producto *prod* al precio *pre*
- **Salir(*prod*):** Se retira del mercado
- **BuscoProducto (*t*, *prod*):** El comprador busca el producto *prod* en la tienda *t*
- **ElijoProducto (*prod*, *pre*):** El comprador elige el producto *prod* al precio *pre*
- **Ofrezco(*prod*, *pre*):** El comprador ofrece el precio *pre* por el producto *prod*

Un ejemplo de orden de ejecución de las primitivas de comunicación es el siguiente: el comprador pregunta si el vendedor tiene el producto que él desea (*BuscoProducto*). Posteriormente el vendedor responde diciendo si tiene o no el producto (*DescripcionProducto*). También, el vendedor puede informar del precio del producto (*Precio*). A continuación, el comprador puede ofertar una cantidad determinada (*Ofrezco*). El vendedor puede contestar aceptando el precio ofertado (*TratoHecho*), no aceptando el precio ofertado (*Rechazo*), ofreciendo el producto a otro precio (*Vendo*) o retirándose del mercado (*Salir*). El regateo puede continuar hasta que se acabe el tiempo límite del comprador o del vendedor o cuando ningún precio ofertado sea aceptado por ambos.

#### 5. Razonamiento basado en casos

La principal idea del Razonamiento Basado en Casos (RBC) según [1] es resolver un nuevo problema recuperando situaciones previas similares y reutilizando el conocimiento de dichas situaciones. Para resolver un problema, se debe emparejar el caso actual con algún caso de la base de casos, debiendo, por lo tanto, recuperarse casos similares. Si se encuentra un caso pasado similar y se reutiliza su solución en un nuevo problema, se solucionará el nuevo caso. Finalmente, la nueva solución y el actual problema se deberán guardar en la base de casos.

Los casos implantados en SANE incluyen tres tipos de conjunto de datos:

a) **Datos generales:**

- *idCaso*: Identificador del caso
- *Producto*: nombre del producto a negociar
- *fechaInicial* y *fechaFinal*: fecha cuando se inicia y termina la negociación
- *precioInicial* y *precioFinal*: precio inicial y final del producto

- *tratoHecho*: si se ha efectuado la compra y venta del producto
- *seSalio*: indica qué agente abandonó del proceso de negociación
- *nroVecesUsado*: número de veces que se ha usado el caso
- *nroVecesUsadoExito*: número de veces que se ha usado con éxito

b) **Datos del agente vendedor:**

- *nombreVendedor*: nombre del agente vendedor
- *listaPreciosV*: conjunto de precios que ha ofertado durante la negociación.
- *listaFechasV*: conjunto de fechas en las que ha ofertado
- *listaMensajesV*: conjunto de primitivas de comunicación que ha enviado
- *funcionV*: función matemática obtenida por un proceso de regresión a partir de *listaPreciosV* y *listaFechasV*. Puede ser: lineal, hiperbólica, parabólica, etc.
- *errorV*: muestra el porcentaje de error de la *funciónV* con los datos.

c) **Datos del agente comprador:** El agente comprador incluye los atributos anteriormente mencionados para el agente vendedor. Para darle un comportamiento inteligente al agente comprador se aplicó el RBC y para ello se añadieron los siguientes atributos:

- *interesProductoC*: grado de interés por el producto (por ejemplo, 1: poco, 2: regular, 3: bastante, 4: mucho). Se supone que si el comprador tiene más interés, entonces hará más esfuerzo -estos es, invertirá más dinero- para obtener el producto.
- *nivelAdquisitivoC*: nivel adquisitivo medido en unidades monetarias (por ejemplo, 1: 0-500, 2: 501-1500, 3:1501-10000, 4: 10000-∞). Si el comprador tiene mayor poder adquisitivo, entonces existirán más posibilidades de que compre del producto.
- *precioMinimoC* y *precioMaximoC*: precio mínimo y máximo que desearía pagar.
- *fechaActualC* y *fechaLimiteC*: fecha de inicio y fin del proceso de negociación.

Con estos atributos se pueden recuperar los casos similares, por ejemplo: se pueden recuperar compradores parecidos en nivel adquisitivo, en interés por el producto, en periodos de tiempo en los que quisiera adquirir el producto o en intervalos de precio deseados para adquirir el producto.

## 6. Funcionamiento del mercado con aprendizaje

Al ingresar al mercado virtual, tanto el agente comprador inteligente y el agente vendedor deben facilitar sus datos (por ejemplo: precios iniciales y finales, fechas iniciales y finales, etc.). A su vez, el comprador también debe proporcionar su *interesProductoC* y su *nivelAdquisitivoC*. Estos datos se almacenan en una entidad denominada *caso actual*. Dicho *caso actual* se irá alimentando con los datos que se vayan generando durante el proceso de negociación (ejemplo: precios, mensajes, etc.) y a su vez, el *caso actual* alimentará la *base de casos*, cuando finalice el proceso de negociación.

Se determinaron dos tipos de *base de casos*:

- a) *Casos positivos*: conjunto de casos en los que se ha llegado a feliz término en el proceso de compra y venta de productos.
- b) *Casos negativos*: conjunto de casos en los que el proceso de compra y venta de productos no ha llegado a su finalización exitosa (por ejemplo: debido al retiro de los agentes del mercado virtual, a no llegar a algún acuerdo satisfactorio, al concluirse el tiempo permitido, etc.)

A continuación se procede con la recuperación del *caso similar* más parecido al *caso actual* del conjunto de *casos positivos*, para dotarle de conocimiento y pautas de comportamiento al agente comprador. SANE, al igual que los humanos, recupera un caso exitoso de su base de casos.

En este trabajo se han implantado dos tipos de recuperación de casos:

- a) Recuperación del caso en que se haya comprado el producto *p* al menor precio posible, eso significa que se debe recuperar el caso en el que el comprador haya regateado de mejor manera y por lo tanto, tenga el precio más bajo de la *base de casos positivos*.
- b) Recuperación del caso más parecido en los siguientes aspectos: interés por el producto, nivel adquisitivo, precio mínimo de compra, precio máximo de compra, fecha inicial de compra o fecha límite para efectuar la compra. Esta recuperación se realiza usando la fórmula de distancias vectorial entre el *caso actual* y los casos de la *base de casos positivos*.

Después de recuperar el *caso similar*, por cualquiera de los dos métodos explicados anteriormente, el agente comprador inteligente tiene los insumos para calcular el precio a ofertar. El precio a ofertar se obtiene mediante interpolación estadística basada en la función matemática *funcionC* del *caso similar*. Antes de interpolar se realiza la normalización de los valores precio y tiempo del *caso actual* para llevar a cabo la interpolación de manera consistente con la *funcionC* del *caso similar*. De esta forma, se consigue adaptar el comportamiento del *caso similar* en el *caso actual*.

## 7. Experimentos

Se realizaron dos tipos de experimentos sobre el mercado virtual de SANE:

**a) Mercado virtual sin aprendizaje.** Se probó el funcionamiento del mercado virtual de la siguiente manera: se ingresaron los datos necesarios para la negociación del producto tales como el nombre del producto, precio inicial, precio final, fecha final, tanto por parte del comprador como del vendedor. Ambos ofertan y contraofertan hasta llegar a algún precio satisfactorio para ambos, mientras dispongan de tiempo, de dinero, no caduque el producto o no abandonen el mercado, de manera semejante a la vida real. Cabe recalcar que el algoritmo de regateo implementado funciona de manera bastante satisfactoria, puesto que por ejemplo: el agente comprador incrementa su oferta con diferentes funciones matemáticas que, al principio, revelan un comportamiento cauto, y que con buena suerte, podría obtener el producto a un precio cercano a su precio mínimo y cerca al final, con un comportamiento audaz, que incluso puede llegar a ofertar lo máximo posible. De acuerdo a los ejemplos ingresados, cincuenta por ciento de los ejemplos llegan a buen término y cincuenta por ciento no, pero tomando en cuenta que el algoritmo de regateo funciona efectivamente.

**b) Mercado virtual con aprendizaje.** De igual manera, que en el anterior caso, ingresan al mercado los agentes comprador y vendedor. En este contexto, el agente comprador introduce los siguientes datos adicionales: grado de interés por el producto y su nivel adquisitivo, con el objetivo de recuperar un caso, similar o exitoso, para adaptarlo a la nueva situación. Cabe hacer notar que la adaptación del caso se ha conseguido por interpolación de funciones matemáticas. De las pruebas realizadas, se ha comprobado que la recuperación de un caso exitoso tiene mejores resultados que la recuperación de un caso similar, porque permite que el agente comprador pueda tener pautas de cómo y cuánto ofertar para obtener el producto a un buen precio, aunque no siempre lo consiga.

## 8. Conclusiones y Trabajo Futuro.

Este trabajo muestra la implantación de un algoritmo de aprendizaje incremental e interactivo de procesos de negociación en mercados virtuales. El algoritmo funciona en un mercado virtual donde existen un agente comprador (representante de un cliente) y un agente vendedor (representante de una tienda virtual) que interactúan por medio de un lenguaje simbólico que les permite regatear el precio de un producto. Para incorporar comportamiento inteligente al agente comprador se ha aplicado el razonamiento basado en casos, de tal forma que el agente comprador puede adaptar éxitos pasados a su comportamiento actual. El comportamiento actual también se almacena, de manera que el conocimiento se va incrementando poco a poco. En un trabajo próximo se seguirán realizando diversos tipos de experimentos para mejorar el comportamiento de los agentes.

## Referencias Bibliográficas

- [1] Agentes Autónomos, 2004, URL: <http://www.puc.cl/infsecic/boltec10/origen.html>
- [2] Berney, B. "Software Agents – A review", Manchester Metropolitan University, 1999.
- [3] Chavez, A., Maes, P. "Kasbah: An agent marketplace for buying and selling goods", Proceedings of the First International Conference on the Practical Application of Intelligent Agents and MultiAgent Technology, London, UK, 1996, pp. 75-90.
- [4] Duarte, Cristina, Borsoi Beatriz, "Negociacio de preco em comércio electrónico: uma investigacao experimental", Brasil, 2003.
- [5] Guttman, R., Moukas, A., Maes, P., "Agents as mediators in electronic commerce", Elec-tronic Markets, pp. 22-27, vol. 8, No. 1, 1999.
- [6] Razonamiento basado en casos. URL: <http://www.etse.urv.es/cbr/>, Septiembre, 2006