

UN AGENTE COMPRADOR BASADO EN COMPARACIONES PARA SU USO EN COMERCIO ELECTRÓNICO

J.J. Castro-Schez, C. Gonzalez-Morcillo, L. Rodriguez

Escuela Superior de Informática
Universidad de Castilla-La Mancha
Paseo de la Universidad, 4
13071 Ciudad Real

{JoseJesus.Castro,Carlos.Gonzalez,Luis.Rodriguez}@uclm.es

J. Moreno-Garcia

E.U.I.T. Industrial
Universidad de Castilla-La Mancha,
45071 Toledo

Juan.Moreno@uclm.es

Resumen

El comercio electrónico (e-comercio) es una filosofía de negocio que utiliza las plataformas telemáticas de Internet como lugar virtual para comerciar, comunicar, tratar y negociar bienes y servicios. En la última década, el e-comercio fue concebido como una interacción con un catálogo situado en Internet; sin embargo, la idea va más allá y, en la actualidad, se están haciendo investigaciones que persiguen la automatización de las tareas y trabajos que implica el comercio. Una línea muy prometedora en esta investigación es la que se propone desde la comunidad de IA con los sistemas de agentes inteligentes.

Palabras Clave: e-comercio, negociación automática, agente comprador.

1 INTRODUCCIÓN

Gran cantidad de actividades comerciales implica la realización de negociaciones. La *negociación* es una forma de alcanzar unos objetivos cuando éstos dependen de varios sujetos con posiciones enfrentadas y requieren una interacción entre dichos sujetos; es un procedimiento para conseguir unos objetivos y satisfacer unos intereses [4]. Una situación de negociación tiene tres rasgos característicos: *interdependencia*, las decisiones que un individuo debe tomar no dependen sólo de él, sino que están influenciadas por las decisiones de otros individuos; *conflicto de intereses*, podemos encontrar situaciones puramente competitivas en las que las partes tienen intereses estrictamente opuestos, puramente cooperativas en las que existen intereses idénticos para los participantes y las mixtas que intentan satisfacer las necesidades de ambas partes y las

dos ganan o pierden simultáneamente; el último rasgo es la *posibilidad de acuerdo*, la mayor parte de las veces, se desconoce si existe un posible acuerdo favorable para ambas partes.

Toda negociación requiere de, al menos, dos negociadores que se “enfrenten cara a cara” en un mismo lugar y a una misma hora, lo cual tiene una serie de problemas, como por ejemplo que origina continuos viajes y pérdidas de tiempo y dinero en dietas. Para minimizar estos problemas, se propone el desarrollo de software para la realización de negociaciones que aproveche las nuevas tecnologías, especialmente Internet. Estos sistemas tienen importantes ventajas [7]:

- Mejoran la comunicación entre los participantes, ya que éstos pueden negociar desde lugares diferentes e, incluso, en momentos distintos.
- Facilitan la negociación ya que pueden tener utilidades de ayuda.
- Agilizan y dan flexibilidad al proceso.
- Reducen los tiempos de negociación y los costes.
- Permiten expandir el negocio globalmente.

De acuerdo con la cardinalidad y la naturaleza de la interacción, los modelos de sistemas de negociación automática se pueden clasificar en tres:

- *Muchos a uno*; muchos participantes negocian con uno solo; entre los primeros existe competencia por ser el que consiga cerrar el negocio.
- *Uno a uno*; los participantes son dos y negocian directamente entre ellos.
- *Muchos a muchos*; muchos participantes negociando con otros tantos; es el escenario más complejo.

Estos sistemas de apoyo a la negociación están siendo empleados para facilitar el desarrollo del comercio electrónico, una de las innovaciones más significativas y trascendentales de finales del siglo XX, que agrupa una gran variedad de actividades comerciales en línea a través de Internet, para productos y servicios; entre empresas: B2B (*Business to Business*); entre empresas y consumidores y viceversa: B2C (*Business to Consumer*) y C2B (*Consumer to Business*); y entre consumidores: C2C (*Consumer to Consumer*).

Principalmente, los objetivos de estos sistemas semi-automáticos son, desde la perspectiva del vendedor, diseñar y desarrollar la mejor oferta posible; y desde el punto de vista del comprador, buscar el mayor número de ofertas, estudiar las ofertas recibidas y recomendar el mejor trato posible. En definitiva, su misión es la de asesoramiento a su usuario, que siempre deberá actuar en cada paso del proceso de negociación.

Para liberar al usuario de este trabajo se comienzan a investigar sistemas con autonomía basados en agentes inteligentes. Surge el concepto de comercio electrónico mediado por agentes [5][6]. Los agentes son propuestos para modelizar y simular el comportamiento de un agente comprador y vendedor en el comercio electrónico.

En este trabajo se propone el diseño de un agente que simula el comportamiento de un comprador humano en un proceso de negociación. En la siguiente sección se presentará el entorno en el que va a ser empleado, su comportamiento general y algunos fundamentos teóricos necesarios para comprender el diseño del agente propuesto. En la sección 3 se describirá dicho agente. Para finalizar se realizarán algunas conclusiones obtenidas durante el estudio.

2 COMPORTAMIENTO DEL AGENTE COMPRADOR

Desde el lado del comprador, lo que se intenta es desarrollar agentes que realicen el trabajo de un comprador durante una actividad comercial. En este sentido, surgen investigaciones que proponen modelos de comportamiento de compradores en el comercio B2C, por ejemplo el modelo CBB (*Consumer Behaviour Buying*) [5]. Según el cual, los agentes pueden ser empleados para llevar a cabo cuatro fases, que son: identificar las necesidades, identificar el producto idóneo, buscar posibles suministradores y negociar su compra. Este modelo presenta una quinta y sexta etapa que son la compra y entrega del producto y una posible séptima fase que es la evaluación del mismo.

El agente que se propone en este artículo modela la fase de negociación de un comprador y pretende ser

útil en la automatización de la negociación competitiva entre muchos vendedores y un comprador, sobre varios aspectos del servicio o producto, en contextos B2C (aunque también podría ser empleado en contextos B2B).

En el ambiente presentado en el último párrafo, el agente comprador encargado de negociar deberá realizar los siguientes trabajos:

1. Adquirir de los vendedores las ofertas.
2. Establecer como se distinguen unas de otras.
3. Estudiar las más beneficiosas para su dueño.
4. Establecer la *Zona de Posible Acuerdo* para cada variable.
5. Intentar sacar provecho de la competencia existente en el mercado para mejorar su beneficio.

Para establecer la Zona de Posible Acuerdo, el comprador usará la mejor alternativa que se tenga de entre todas las recibidas, la denominada BATNA (*Best Alternative To a Negotiated Agreement*) [4][9], junto al valor que él no está dispuesto a rebasar si se quiere llegar a un acuerdo.

Para la realización de estos trabajos, se propone hacer uso de la idea subyacente en la técnica de la *Tabla de Repertorio Difuso* (TRD) [2] en la implementación del agente comprador. Esta técnica es una propuesta de mejora de la técnica de la rejilla de repertorio, que emplea la lógica difusa como formalismo de representación del conocimiento.

La técnica de la rejilla de repertorio fue propuesta por *George Kelly* [8] para su uso en el campo de la psicología. Puede ser considerada como un método de análisis dimensional ya que se basa en la realización de medidas de similitud sobre distintos elementos ($E = \{e_1, e_2, \dots, e_n\}$) empleando para ello los rasgos que definen cada una de ellas ($C = \{c_1, c_2, \dots, c_m\}$). La información se almacena en una matriz M en la que las columnas son los elementos (E) y las filas los rasgos que definen esos elementos (C) y que sirven para medir la semejanza entre elementos. Cada intersección de esa matriz $M[j, i]$ contiene una valoración x_{ji} , que muestra como se aplica un constructor c_j sobre un elemento e_i .

El funcionamiento de la técnica de la rejilla de repertorio se puede describir brevemente como la repetición de los cuatro siguientes pasos hasta que no existan elementos similares:

1. Agrupar y seleccionar tres elementos similares,

2. Introducir un atributo que distinga uno de los elementos de los otros dos,
3. Valorar todos los elementos según este nuevo atributo,
4. Calcular la similaridad entre los elementos.

2.1 TABLA DE REPERTORIO DIFUSA

En un problema de clasificación bien definido, el conjunto de clases posible (E) estará lo suficientemente bien determinado como para prestar atención al proceso de su extracción. Otro tema es el conjunto de variables y los valores que estas pueden tomar, que son usados para clasificar. En este contexto, la técnica de la TRD [2] se ha mostrado útil para la adquisición de esos atributos o variables (V), así como de sus posibles valores, es decir su dominio de definición (DDV). Se obtienen: $V = \{V_1, V_2, V_3, \dots\}$ y $DDV = \{DDV_1, DDV_2, DDV_3, \dots\}$ donde DDV_i es el *Dominio de Definición de la Variable i* y está formado por el conjunto de valores que puede tomar V_i .

Cada clase del sistema de clasificación estará definida en el dominio dado por las variables V_i de V . Estas variables o atributos podrán ser de distinta naturaleza:

- Boleanos: se pueden valorar como “Sí” o “No”.
- Graduados: se valoran dentro de una escala.
- Numéricos: los que se suelen expresar por medio de valores numéricos.
- Nominales: aquellos que pueden tomar valores lingüísticos, expresados en lenguaje natural.

La TRD permite trabajar con variables de cualquiera de los tipos antes mencionados, para ello emplea como formalismo de representación, la función trapezoidal de la lógica difusa. La principal ventaja de este formalismo radica en el hecho de que permite la representación de información tanto precisa como imprecisa, teniendo así en cuenta esta dualidad presente en la mente humana. La incertidumbre aparece cuando se valora un atributo numérico con un intervalo, se desconoce la valoración exacta de un atributo o se emplean varios valores. La función trapezoidal tiene cuatro parámetros (a, b, c, d), el parámetro a será el extremo inferior y d el superior y delimitan la incertidumbre, el intervalo $[b, c]$ establecen los valores intermedios y delimitan la certeza. Los parámetros empleados para representar cada uno de los tipos de atributos antes mencionados pueden ser consultados en [1].

El funcionamiento de la TRD es similar al de la rejilla de repertorio, basándose en el análisis de la información actual, buscando elementos similares que

permitan la adquisición de nuevas variables discriminantes que rompan tal similaridad. Para ello realiza un análisis dimensional que hace uso de una medida que calcula la proximidad entre dos elementos en función de los valores que toma cada uno de ellos para cada uno de los atributos que los definen. La proximidad entre dos elementos según una variable i , vendrá dada por la separabilidad espacial entre los valores que tomen esos elementos en dicha variable. Supongamos que el primer elemento toma el valor A y el segundo el valor B , la separabilidad se define como el espacio difuso que queda entre dichos valores (Fig. 1).

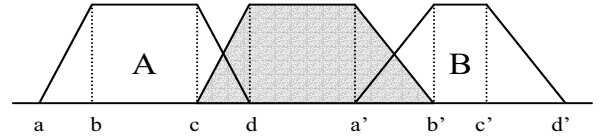


Figura 1: Separabilidad entre los valores difusos A y B.

La medida de separabilidad entre dos valores difusos A y B de parámetros (a, b, c, d) y (a', b', c', d') se define formalmente en [2], y se justifica su uso frente a otras posibilidades principalmente por razones de interpretabilidad.

La distancia entre dos elementos e_x y e_y se define como la suma de la separabilidad entre esos dos elementos según cada uno de los atributos que los definen y se calcula como:

$$D(e_x, e_y) = \frac{\sum_{i=1}^u d_N(e_x, e_y, i)}{z} \quad (1)$$

donde u es el número de atributos totales, z el número de atributos para los que los elementos e_x y e_y están definidos y d_N es la separabilidad normalizada que es definida como:

$$d_N(e_x, e_y, i) = \frac{d(e_x, e_y, i)}{d(\max(i), \min(i), i)} \quad (2)$$

siendo $d(e_x, e_y, i)$ la medida de separabilidad entre los conceptos e_x y e_y según el atributo i y $\max(i)$ y $\min(i)$ el mayor y menor valor que puede tomar la variable i .

Se dice que dos elementos son distinguidos por una variable V_i si y solo si $d(e_x, e_y, i) \geq dd$, siendo dd un parámetro llamado distancia de distinción que toma sus valores en el intervalo $[0, 1]$. Este valor es prefijado de antemano y depende del tipo de la variable a la que se aplica.

La TRD, además de utilizar una matriz para almacenar información como hace la rejilla de repertorio, utiliza una estructura auxiliar denominada *matriz de distinciones*. La matriz de distinciones tiene dimensión $n \times n$, donde n es la cantidad de elementos. Cada intersección (x, y) de la matriz almacena conocimiento sobre aquellos atributos que distinguen entre los elementos e_x y e_y con un grado superior al valor dd de la variable. La fuerza con la que cada variable V_i distingue entre los elementos e_x y e_y es calculada como $strength(x, y, i) = d_N(e_x, e_y, i)$.

El funcionamiento de la técnica de la TRD puede ser descrito de la siguiente manera:

Algoritmo simplificado de la TRD

REPEAT

1. Agrupar los elementos similares teniendo en cuenta las distinciones presentes en la matriz de distinciones.
2. Seleccionar tres elementos similares.
3. Mostrar al experto estos tres elementos y pedir un rasgo o atributo que haga uno de los elementos distintos de los otros dos.
4. Valorar todos los elementos según el atributo recién introducido.
5. Si existen distinciones entre los elementos según ese nuevo atributo introducir tal distinción en la matriz de distinciones.

UNTIL no existan elementos similares.

2.2 TRD PARA AYUDAR A DECIDIR

La TRD también ha sido adaptada para su uso en problemas de decisión [3], empleándose como mecanismo para adquirir los atributos que distinguen cada una de las decisiones posibles y los valores que esos atributos pueden tomar, así como la determinación del mejor y peor valor posible para cada uno de los atributos. Con la información adquirida y almacenada en las matrices de datos y distinciones se recomienda la decisión más adecuada según la información suministrada por la persona que tiene que tomar la decisión.

Los atributos, en este tipo de problemas, vienen definidos por cuatro propiedades:

- Su dominio de definición.
- Su valor ideal; será el valor deseado por la persona que tiene que tomar la decisión.
- El peor valor posible; será el último punto que el decisor está dispuesto a considerar para ese atributo.

- Su prioridad o importancia a la hora de decidir.

El funcionamiento de la TRD cuando es aplicado a problemas de decisión es similar al de problemas de clasificación la única diferencia radica en el hecho de que ahora cada vez que se introduce una nueva variable hay que extraer más información sobre ella, habrá que determinar su valor ideal y su peor valor y además como salida tendrá que recomendar la decisión más adecuada y justificar tal recomendación.

Para ayudar en la decisión, se ha propuesto calcular, para cada posible decisión O_i , la siguiente medida de bondad:

$$G_o(O_i) = O_i^+ - O_i^-, \quad (3)$$

donde

$$O_i^+ = \sum_{\forall x \in R_{fi}^+} Strength(i, j, x) \times Priority(x) \quad (4)$$

$$O_i^- = \sum_{\forall x \in R_{fi}^-} Strength(i, j, x) \times Priority(x) \quad (5)$$

Siendo $Priority(x)$ la función que devuelve la prioridad o importancia del atributo o variable V_x ; $Strength(i, j, x)$ es la función que devuelve la forma en la que el atributo x distingue el elemento i de otro elemento j . Estas distinciones deben ser importantes, es decir deben aparecer en la matriz de distinciones. R_{fi}^- y R_{fi}^+ son los atributos relevantes (negativos y positivos respectivamente) que distinguen a la opción i del resto de decisiones posibles. Los atributos negativos de un elemento para una comparación serán aquellos cuyo valor esté más próximo al peor valor, por el contrario los positivos serán aquellos más cercanos al valor ideal. Esta información se obtiene a partir de la información contenida en la TRD, la matriz de distinciones y el perfil del decisor (valores ideales y peor) [3].

La decisión recomendada será aquella que tenga el mayor valor de “bondad”. Para justificar esta decisión, se mostrará todos los atributos que pertenecen al conjunto de constructores positivos que distinguen la decisión recomendada del resto. Una descripción detallada del método empleado se da en [3].

3 PROPUESTA DE AGENTE COMPRADOR

En el campo de la negociación automática, y concretamente en la automatización de un agente comprador,

lo que se necesita es un agente comprador inteligente que reciba ofertas de diversas fuentes o posibles suministradores, analice las ofertas recibidas, adquiera de ellos los atributos que distinguen sus ofertas del resto y en función de esa información tome una decisión sobre cual es la mejor opción. Para ello debe conocer en todo momento cual es la mejor o más beneficiosa alternativa.

Con el objetivo de obtener un mejor trato, el agente se va a aprovechar de la competencia existente en el mercado entre los posibles vendedores. Para ello analizará las ofertas recibidas, y propondrá confrontaciones entre vendedores que oferten productos igual de beneficiosos. Con ello propiciará la introducción de nuevas ofertas o modificación de los valores que toman las ofertas ya realizadas de manera que cada producto sea distinguido del resto.

Al finalizar la etapa de negociación, se debe seleccionar la opción más beneficiosa para el comprador, así como dar una justificación del porqué esa oferta es la óptima.

Para automatizar este trabajo, se propone hacer uso de una estructura similar a la TRD en la que ahora, y a diferencia de la propuesta en [2], la adquisición de conocimiento se hace de manera distribuida o colaborativa entre todos los vendedores, supervisada por el comprador. Más concretamente, lo que se pretende resolver es un problema de decisión, en el que hay que determinar cual es la mejor oferta de entre un conjunto dado de posibles ofertas y dar una justificación del porqué. El agente trabajará como un sistema de apoyo a la decisión, que adquiera el conocimiento suficiente de diversas fuentes para tomar una decisión y que tenga capacidad para justificar tal decisión. El agente de este artículo estará basado en la TRD como herramienta de apoyo a la decisión [3].

La estrategia que el agente comprador sigue puede ser descrita como sigue:

REPETIR

1. Seleccionar las ofertas igualmente beneficiosas,
2. Pedir a cada suministrador de ellas una nueva variable que haga que su oferta sea más interesante para el comprador que algunas de las otras,
3. Cada vez que un suministrador presenta una nueva variable,
 - (a) Recibir de cada suministrador la variable y el valor que toma,
 - (b) Pedir a los otros suministradores que valoren sus productos para la nueva variable.
 - (c) Determinar el tipo del nuevo atributo y los valores óptimo y peor,

(d) Determinar la importancia o prioridad de esa nueva variable.

4. Cada vez que un suministrador modifica el valor de una variable ya existente,
 - (a) Recibir del suministrador el nuevo valor,
 - (b) Pedir a los otros suministradores si quieren valorar de nuevo sus ofertas en esa variable.
5. Calcular la similaridad entre ofertas con el objetivo de detectar las más beneficiosas.

HASTA que exista una oferta que se distinga de las demás, sea muy similar al trato ideal del comprador y cumpla las restricciones iniciales del comprador o el comprador pare la interacción.

Los valores ideal y peor posible son valores concretos y cada valoración que se realice para un atributo debería estar entre esos dos valores para tener opción en la negociación. En el caso de que se estuviese negociando con un número elevado de ofertas y suministradores e interesara reducir este número se podría eliminar del proceso de negociación aquellas ofertas que estuviesen valoradas fuera de ese rango.

Otras modificaciones interesantes son:

- Los parámetros dd_i ahora no son prefijados de antemano sino que dependerán de la marcha del proceso de negociación. El parámetro distancia de distinción de la variable V_i , dd_i , se calcula como la media de las distancias entre cualquier par de ofertas e_x, e_y activas en el proceso de negociación según los valores que toman para esa variable. Esto es:

$$dd_i = \frac{\sum_{x=1}^{|E|} \sum_{y=x+1}^{|E|} d_n(e_x, e_y, i)}{\sum_{z=1}^{|E|-1} z} \quad (6)$$

donde $|E|$ es el número de ofertas entre las que decidir. El parámetro dd_i toma sus valores en el intervalo $[0, 1]$.

- Puesto que la búsqueda de elementos similares se va a hacer ahora en función de los valores de bondad de las ofertas en juego (Sección 2.2), el agrupamiento se tendrá que realizar en función de dichos valores.

La distancia entre dos grupos de ofertas A_i y A_j se calcula de la siguiente manera:

Algoritmo de agrupamiento de ofertas

1. Formar un subgrupo por oferta e introducirlo en el conjunto G .
 2. Calcular la separación entre cada par de subgrupos de G .
 3. Unir los subgrupos de G que presenten la menor distancia y verifiquen que:
 - La separabilidad es menor o igual que un límite d_s .
 - Existen al menos dos ofertas x e y que pertenecen a diferentes subgrupos cuya entrada (x,y) de la matriz de distinciones es igual a “Nulo” (es decir, no hay aun ningún atributo que los distinga).
 4. Si se ha realizado una unión, introducir el nuevo conjunto en G e ir al paso 2.
 5. Seleccionar aquellas ofertas del subgrupo más beneficioso que verifiquen que cualquier par de ofertas tienen una entrada igual a “Nulo” en la matriz de distinciones. Devolver ese conjunto.
 6. De otra manera, devolver “Parar”.
 7. Fin del algoritmo.
-

$$D_g(A_i, A_j) = \frac{\sum_{\forall(e_x, e_y) \in A_i \times A_j} |G_{o_n}(e_x) - G_{o_n}(e_y)|}{n} \quad (7)$$

donde n es el número de elementos del conjunto $A_i \times A_j$ y $G_{o_n}(e_x)$ es la función que devuelve el valor de bondad normalizado de la oferta e_x .

El valor del parámetro d_s se determinará en cada paso del algoritmo de agrupamiento de la siguiente manera:

$$d_s = \frac{\sum_{\forall(A_i, A_j) \in G} D_g(A_i, A_j)}{|G|} \quad (8)$$

donde $|G|$ es el número de grupos existentes en el paso.

4 CONCLUSIONES

En este artículo se ha propuesto una alternativa para la automatización de la fase de negociación de un comprador, delimitando el contexto en el que se recomienda su uso. Para su diseño se ha empleado la idea de agente inteligente [6], que actúa con autonomía e independencia de su instructor, y la técnica de la tabla de repertorio difusa [2], para la adquisición e identificación de las variables relevantes de cada oferta [2]. El comprador compara y selecciona las ofertas similares e intenta mejorarlas gracias a la competencia entre los vendedores.

Además el agente diseñado implementa un sistema de

apoyo a la decisión que permite obtener cual es la oferta óptima y dar una justificación [3].

Como trabajo futuro, se pretende estudiar un protocolo de negociación que gobierne la interacción entre los vendedores para evitar conflictos.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido subvencionado con fondos del Ministerio de Ciencia y Tecnología, proyecto “DIMO-CLUST” TIC2003-08807-C02-02 y de la Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha, proyecto PAC-06-0141.

Referencias

- [1] J. J. Castro-Schez, N. R. Jennings, X. Luo, and N. Shadbolt. Acquiring domain knowledge for negotiating agents: a case of study. *Int. J. of Human-Computer Studies* 61(1):3–31, 2004.
- [2] J.J. Castro-Schez, J.L. Castro y J.M. Zurita. Fuzzy Repertory Table, a method for acquiring knowledge about input variables to machine learning algorithms. *IEEE Transactions on Fuzzy Systems*, 12(1):123–139, 2004.
- [3] J.J. Castro-Schez, L. Jimenez, J. Moreno, and L. Rodriguez, Using fuzzy repertory table-based technique for supporting decision. *Decision and Support Systems*, 39(3):293–307, 2005.
- [4] J. Gómez-Pomar Rodríguez. *Teoría y técnicas de Negociación*. Ed. Ariel S.A., 1991.
- [5] R.H. Guttman, A.G. Moukas y P. Maes. Agent-mediated Electronic Commerce: A Survey. *Knowledge Engineering Review*, 13(2):147–159, 1998.
- [6] M. He, N.R. Jennings y H. Leung. On Agent-Mediated Electronic Commerce. *IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering*, 15(6):1345-1363, 2003.
- [7] A.R. Lomuscio, M. Wooldridge y N.R. Jennings. A classification scheme for negotiation in electronic commerce. *Int. Journal of Group Decision and Negotiation*, 12(1):31–56, 2003.
- [8] G. Kelly. *The Psychology of Constructs*. Ed. Norton, New York, 1955.
- [9] F. Ponti. *Los caminos de la Negociación: Personas, estrategias y técnicas*. Ed. Granica, 2002.
- [10] M. Wooldridge y N.R. Jennings. Intelligent agents: theory and practice. *Knowledge Engineering Review*, 2(10):115–152, 1995.