

APLICACIÓN Y VALIDACIÓN DE UN MODELO DE CONFIANZA COMPUTACIONAL EN UN SISTEMA MULTIAGENTES

Autores:

LIZBETH SANABRIA ACUÑA
lsanabria@unab.edu.co

NATALIA VILLAMIZAR CABALLERO
nvillamiz@unab.edu.co

Directora:

Ing, GARETH BARRERA SANABRIA

FACULTAD DE INGENIERÍA DE SISTEMAS

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN Sistemas de Información e Ingeniería del Software

RESUMEN

En el proyecto Aplicación y Validación de un Modelo de Confianza Computacional para el Desarrollo de un Sistema Multi-agentes enfocado al sistema de la Bolsa de Valores de Colombia (BVC), se ha llevado a cabo el estudio y análisis de diferentes modelos de confianza y escalas de reputación que permitirán evaluar el grado de confianza que se puede llegar a obtener al implementar agentes inteligentes en negocios donde se requiere un alto grado de cooperación y autonomía para la obtención y manejo de información óptima, segura e íntegra. La metodología utilizada para el modelado es Gaia II, la cual facilita la abstracción del sistema y permite interactuar en un ambiente dinámico, abierto y complejo.

Palabras Claves: Sistema multiagentes, modelos de confianza, escalas de reputación.

1. INTRODUCCION

El creciente desarrollo de las aplicaciones orientadas a agentes a nivel mundial ha despertado la necesidad de indagar acerca de las ventajas y desventajas que pueden tener dichas aplicaciones, especialmente en los campos en los cuales las empresas invierten su capital y ponen en juego su imagen. Tal es el caso de la Bolsa de Valores de Colombia (BVC)¹, entidad dedicada a la administración y gestión de transacciones financieras a nivel nacional, reconocida como un ente transparente en el manejo de las inversiones y del capital de las organizaciones. Para esta institución, es indispensable que todas las negociaciones realizadas se produzcan de manera lícita e impecable, por lo tanto debe asegurarse que todos sus participantes y colaboradores actúen de manera honorable y transparente; sin embargo, cuando su completo funcionamiento depende de un sistema computacional multiagentes - considerando que éstos se caracterizan por su autonomía en la toma de decisiones y por la reducida interacción de los usuarios con la aplicación - se hace indispensable, no sólo vigilar el desarrollo de las negociaciones, sino medir y analizar el comportamiento de cada agente para determinar si éstos contribuyen con los fines de la organización.

En la actualidad, diversos autores han desarrollado modelos orientados a medir la confianza de los agentes participantes en los sistemas desarrollados. Este documento presenta el análisis y aplicación del modelo de confianza FIRE [5] en el sistema de la BVC. Este artículo se organiza de la siguiente manera:

¹ <http://www.bvc.com.co> Bolsa de Valores de Colombia.

la sección 2 presenta las nociones básicas del marco teórico; en la sección 3 se exponen los conceptos acerca de la confianza computacional, incluyendo al modelo FIRE y su aplicación. Finalmente, se exponen algunas conclusiones obtenidas durante el desarrollo de este proyecto.

2. NOCIONES BÁSICAS

La confianza computacional entendida como “la probabilidad subjetiva por la cual un individuo A espera que otro individuo B realice una acción dada, de la cual depende su bienestar” [7] es aplicada especialmente a sistemas multiagentes abiertos, en los cuales los agentes no conocen completamente su entorno y se ven obligados a confiar en otros que pueden entrar y salir libremente del sistema, ampliando la posibilidad de convertirse en sujetos corruptos o maliciosos.

Con el fin de minimizar la probabilidad de una actuación deshonesta por parte de los actores en un ambiente determinado, han surgido diversos modelos orientados a medir la confianza de los agentes participantes en los sistemas desarrollados. Entre los cuales se encuentran: *Modelo de Confianza Distribuido* [12], *Valor Céntrico de Confianza en los Sistemas de Multiagentes* [8] y el *Modelo FIRE* [5], este último implementado en el presente caso de estudio. Así mismo, los modelos deben complementar sus reglas y premisas con el uso de métricas, cuyo propósito se basa en cuantificar los conceptos arrojados en el desarrollo de los modelos. Ejemplos de modelos que implementan métricas están: *Devising a Trust Model for Multi-Agent Interactions Using Confidence And Reputation* [1], *Formalising Trust as a Computational Concept* [2], *Trust-based Decision Making for Electronic Transactions* [4], entre otros.

2.1. FUNCIONAMIENTO DE LA BOLSA DE VALORES DE COLOMBIA

Para iniciar el desarrollo del proyecto, se debió asimilar el funcionamiento de la BVC aplicándolo a un sistema multiagentes, el cual se ha resumido en la Figura 1.

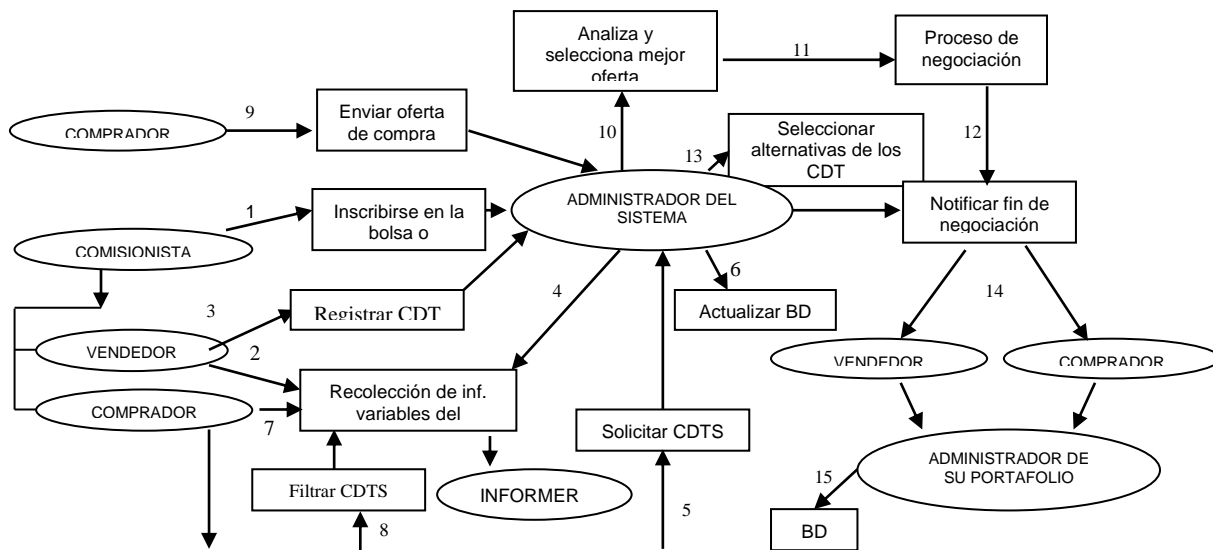


Figura 1. Funcionamiento de la BVC

La Figura 1 describe el funcionamiento de la BVC. En esta figura, los cuadrados representan actividades que desarrollan cada uno de los actores del sistema; los óvalos los actores que interviene en el sistema y las flechas y sus etiquetas de número indican el orden en que los actores ejecutan las acciones.

3. CONCEPTOS DE CONFIANZA COMPUTACIONAL

3.1 MODELOS DE CONFIANZA Y ESCALAS DE REPUTACIÓN

En este trabajo se llevó a cabo una comparación de algunos modelos de confianza, con el fin de seleccionar aquellos que servirían como fundamento en el desarrollo del proyecto. La tabla 1 ilustra los resultados de la comparación:

Tabla 1. Modelos de confianza

| TITULO | CONTRIBUCIÓN | DEBILIDADES | CARACTERISTICAS |
|---|---|--|---|
| An Adaptive Social Network For Information Access: Theoretical And Experimental Results. [10] | Agregan información obtenida de las referencias de los demás agentes cuando la información directa de un agente x es inexistente. | No tienen en cuenta el hecho que un agente puede mentir acerca de las calificaciones dadas al otro agente. | Su modelo se basa en un sistema de redes sociales donde los agentes le preguntan a sus vecinos acerca de la confianza de un agente x. |
| Principles Of Trust For Mas : Cognitive Anatomy, Social Importance, And Quantification [9] | Enfatizan en la importancia de una vista cognitiva de la confianza frente a una mera vista cuantitativa. | Su modelo es fuertemente motivado por las actuaciones humanas, las cuales no siempre son acciones racionales para un agente. | El contexto que manejan es en el que un agente x delega tareas a un agente y. Para confiar dichas tareas el agente x debe analizar el comportamiento, las creencias y las motivaciones de y. |
| Trust In Multi-Agent Systems [11] | Unen el estudio de los niveles de confianza individuales y del sistema en un mismo trabajo. | No especifican una escala de métricas concreta. Se debe hacer uso de otros modelos para estudiar la implementación de las éstas. | El artículo muestra la confianza como un componente formado por la capacidad de razonamiento de los agentes (nivel individual) y la honestidad con la que actúen en el sistema (nivel del Sistema). |

Para la aplicación en el proyecto se eligió el modelo de confianza Trust In Multi-Agent System. Este modelo, implica mayores detalles para el análisis de la confianza en los sistemas multiagentes al incorporar en un mismo estudio los niveles individual y del sistema. A pesar de estas ventajas, se evidencia la carencia de una escala de métricas, por lo cual se tuvo en cuenta el estudio de modelos que presentaran escalas para complementar el modelo anteriormente seleccionado:

Tabla 2. Métricas de confianza

| TITULO | CARACTERÍSTICAS | ESCALA |
|--|--|---|
| Market Based Recommender Systems: Learning Users' Interests By Quality Classification. [3] | Describen un modelo de calificación que analiza la importancia que tiene para los agentes cada interacción (INQ) y la calificación que brindan de acuerdo a la percepción obtenida de una interacción determinada (UPQ). | Rango: [0,1] Una buena calificación es igual o superior a 0.75 |
| Devising A Trust Model For Multi-Agent Interactions Using | Consideran que los agentes poseen pequeños niveles lingüísticos (bueno, regular, malo) que ayudan a medir la confianza. | Rango: [-1,1] 0.25="regular", 1="bueno", |

| | | |
|--|---|--|
| Confidence And Reputation. [1] | | 0 = "malo". En el rango de [-1,0] los agentes no generan utilidades. |
| Fire: An Integrated Trust And Reputation Model For Open Multi-Agent Systems. [5] | Se tiene en cuenta la percepción directa de un agente sobre otro, la percepción que los demás han tenido del agente y lo que él mismo pueda decir de su comportamiento. | Rango: [-1,1] -1 = "malo", 0 = "neutral", 1= "bueno" |

En la tabla 2 se estudia cada modelo de métricas investigado, donde se seleccionó el modelo FIRE, no sólo porque es desarrollado por Nicholas Jennings, quien, como se mostraba en la tabla 1 desarrolló un modelo de confianza más general, el cual fue escogido para este caso, sino porque presenta reglas, restricciones y especificaciones flexibles para la aplicación en el funcionamiento de la BVC, sin embargo, en cuanto a la escala de métricas, se optó por combinar las métricas de FIRE [5] y del modelo de confianza y reputación de Jennings [1] presentadas anteriormente. Esta fusión se sustenta en que ambas definen un rango amplio de calificación y la segunda tiene en cuenta los niveles lingüísticos manejados por los agentes; también se tuvo en cuenta los diferentes casos que se pueden dar en la actuación del agente a evaluar en este proyecto, garantizando así cubrir todas las posibilidades de actuación en las interacciones.

El rango de calificación tenido en cuenta ha sido de [-1,1]; este rango permite ser subdividido ampliamente. Así, se han realizado cinco subdivisiones con el fin de hacer flexible la calificación al administrador del sistema, teniendo en cuenta que éste realiza diversas tareas en una misma interacción. A continuación se presentan los criterios tenidos en cuenta para cada categoría:

Tabla 3. Criterios de la escala de confianza

| Muy buena [0.5, 1] | Buena [0.01, 0.49] | Mala [-0.49,-0.01] | Pésima [-1,-0.5] | Neutra [0] |
|---|---|---|---|---|
| El desempeño del agente evaluado cumple completamente con las expectativas del agente evaluador hasta superarlas. | El administrador del sistema cumple completamente con las expectativas del agente evaluador sin superarlas. | El administrador del sistema no puede cumplir con algunas tareas esperadas por el evaluador, o cumple ciertos aspectos perfectamente, pero otros los cumple por debajo del rango de expectativas. | El administrador del sistema no cumple con ninguno de los aspectos esperados, no realiza su papel o lo cumple muy por debajo del mínimo esperado. | El comisionista o el administrador entran a la rueda por primera vez. |

3.1.2 Definición de la arquitectura de confianza para la BVC

Dentro del funcionamiento de la BVC es importante tener en cuenta el proceso por medio del cual los agentes comisionistas ingresan al sistema y evalúan al administrador. A continuación se describe este proceso:

Luego de ingresar al sistema, cuando un comisionista entra por primera vez debe solicitar las calificaciones al administrador del sistema de acuerdo a la interacción que desee analizar: Informar horario, Solicitud de CDT, Oferta de compra o Notificar fin de negocio. El administrador retorna un promedio de todas las calificaciones obtenidas durante los últimos 15 días en las interacciones solicitadas. Luego, le muestra las calificaciones guardadas en la base de datos Pública. Cuando el comisionista ya es registrado, omite estos pasos y simplemente busca en su Portafolio los contratos realizados anteriormente con el administrador del sistema de acuerdo a la interacción hecha. Aquí se observa la diferencia de los valores obtenidos entre los contratos esperados y los obtenidos. En este

momento, tanto los nuevos comisionistas como los registrados deben realizar los contratos de acuerdo a los datos analizados, donde especifican los valores que esperan obtener de la interacción directa con el administrador del sistema. Compran o venden CDT's y realizan un nuevo contrato, donde se califica el comportamiento del administrador; introducen los nuevos valores de interacción y calculan la diferencia entre los valores esperados. Se actualiza el Portafolio, la base de datos Pública y los certificados del Sistema. Finalmente, el comisionista sale del sistema. La figura 2 ilustra el proceso descrito anteriormente:

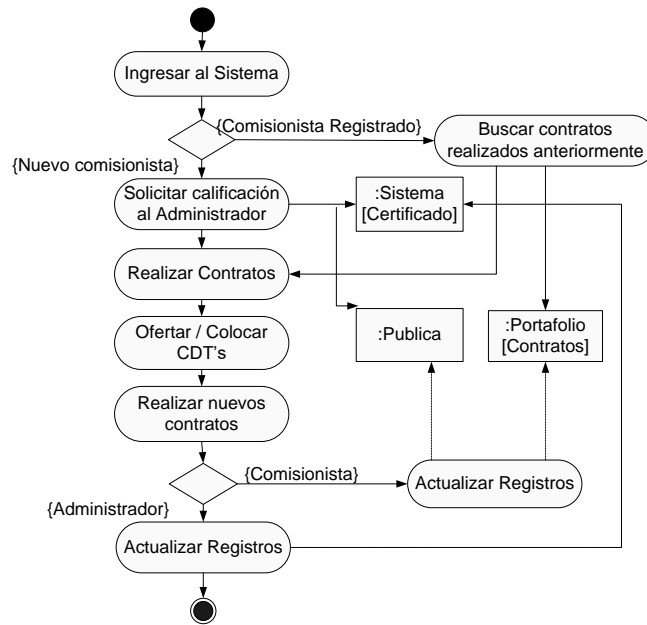


Figura 2. Arquitectura de Confianza de la BVC.

3.1.3 Modelo FIRE

Con el propósito de desarrollar una aplicación que asegure la veracidad de la información en el sistema BVC, se han implementado las reglas propuestas por el modelo FIRE . Este modelo describe cinco niveles: *Confianza de Interacción*, *Confianza Basada en Roles*, *Testigos de Reputación*, *Certificados de Reputación* y *Combinando los componentes*. Como complemento del modelo se adicionó la fase *Evaluando las Interacciones* - sección tomada del documento *Devising a Trust Model for Multi-Agent Interactions Using Confidence and Reputation* [1] - con el propósito de brindar mayor claridad a un agente acerca de la utilidad obtenida en las interacciones con el administrador del sistema.

Nivel 1: Confianza de Interacción (IT). FIRE nos ofrece como un primer paso el modelado de los agentes cuando actúan directamente con otros. En este caso no se tiene en cuenta la reputación que tengan los actores, ya que los valores dados a las interacciones dependen exclusivamente del resultado de la intervención directa que se realizó entre los agentes del sistema. Haciendo uso de los contratos se definen las interacciones a realizar entre los agentes, así como el valor dado a cada una. Una regla de interacción se presenta de la siguiente manera:

$$r = (a, b, i, c, v)$$

Donde a y b son los agentes participantes, i la interacción correspondiente, c es el ítem del contrato a calificar y v es el valor que a le da a b por su actuación.

Esta regla se efectúa antes y después de la interacción. Antes de la interacción, las reglas tendrán por valor v una calificación esperada del comportamiento del otro agente.

Para hallar el resultado de la confianza de interacción se aplica:

$$\bullet \quad IT(a,b,c) = \sum w(ri) * vi \quad (1)$$

$$r_i \in R(a, b, c)$$

Donde $w(r_i)$ es el peso de cada interacción, sin embargo, este valor se asigna de manera que el peso de las últimas interacciones sea mayor al de las primeras, cumpliendo con el rango [+1,-1]; v_i es el valor o la calificación dada a cada interacción. Para comprobar que el valor de confianza dado por el modelo proviene de los datos que se tomaron en cuenta, se realizan las siguientes ecuaciones:

$$P_n(a, b, c) = \begin{cases} n/m & \text{cuando } n \leq m \\ 1 & \text{cuando } n > m \end{cases} \quad (2)$$

Con ella se verifica que el valor de confianza provenga de los datos que se han tenido en cuenta para computar la utilidad o la confianza en la interacción. Donde n es el número de las tasas o pesos dados y m es el límite de datos, en este caso, son 15 datos; el rango n/m va de 0 hasta 1 cuando n se encuentra entre $[0, m]$ y toma el valor de 1 cuando n excede a m .

La siguiente ecuación hace referencia a que cuanto más dispersos sean los datos y las tasas obtenidas, menor será el compromiso del otro agente en cumplir sus acuerdos. La desviación de la confianza de interacción se mide de la siguiente forma:

$$P_d(a, b, c) = 1 - \frac{\sum_{r_i \in R(a, b, c)} w(r_i) * |v_i - IT(a, b, c)|}{2} \quad (3)$$

Donde $w(r_i)$ es el peso de cada interacción, v_i es el valor o la calificación dada a cada interacción y IT es el resultado de la fórmula 1.

Finalmente, la fórmula para comprobar que las medidas de confianza sean correctas es:

$$P_{IT}(a, b, c) = P_n(a, b, c) * P_d(a, b, c) \quad (4)$$

Donde P_n es el resultado de la fórmula 2 y P_d es el coeficiente de la fórmula 3.

Nivel 2: Confianza Basada en Roles (RT). En este punto, FIRE proporciona ciertas reglas que permiten medir las interacciones de los agentes de acuerdo al rol o papel que tomen en determinado momento, es decir, en este caso un agente podrá ser medido de acuerdo a su comportamiento como vendedor, comprador, administrador, etc. Las reglas tienen la siguiente forma:

$$regla: (rol\ a, rol\ b, c, vD, eD)$$

Donde el $rol\ a$ representa el papel que juega el agente evaluador, $rol\ b$ el papel del agente evaluado, c es el ítem a calificar, vD es la calificación dada a la interacción y eD es el peso del ítem, el cual es un valor subjetivo y se deriva del estudio de las necesidades de los agentes, tanto comprador como vendedor. La suma de los pesos en una misma regla debe ser igual a 1.

Finalmente, la fórmula con la que se evalúan las interacciones es:

$$RT(a, b, c) = \frac{\sum_{regla\ i \in Reglas(a, b, c)} vD_i * eD_i}{\sum_{regla\ i \in Reglas(a, b, c)} eD_i} \quad (5)$$

Donde la $regla\ i = (rol\ a, rol\ b, c, vD, eD)$ hace parte del conjunto de Reglas, vD_i es la calificación dada a la interacción y eD_i es el peso del ítem.

Para medir la confianza en los datos obtenidos en RT es necesario aplicar las fórmulas 2, 3 y 4.

Nivel 3: Testigos de Reputación (WR). Los testigos de reputación se aplican cuando un agente ingresa por primera vez al sistema y no tiene referencia sobre los demás, por lo tanto debe investigar sobre la reputación que tienen los actores como resultado de sus interacciones y calificaciones pasadas. Para

esto, FIRE propone buscar las reglas obtenidas en las interacciones directas de un agente, analizadas en el nivel 1.

$$\bullet \quad WT(a,b,c) = \sum_{ri_CR(a, b, c)} w(ri) * vi \quad (6)$$

Las fórmulas 3 y 4 son usadas en este nivel.

Nivel 4: Evaluando las interacciones. Como se ilustró al inicio del modelo FIRE, en este nuevo apartado, se realizarán las evaluaciones de las anteriores interacciones con el fin de brindar a los nuevos agentes un panorama más amplio sobre los resultados de dichas interacciones.

$$\bullet \quad \Delta ri = ri(v') - ri(v) \quad (7)$$

Donde ri representa la regla a analizar, v el valor dado después de la interacción y v' el valor esperado. Con esta diferencia los agentes entrantes pueden analizar si el comportamiento del otro agente es bueno, o por el contrario es muy distante a lo que se esperaba de él.

Nivel 5: Certificados de Reputación (CR). Son tasas que un agente muestra de si mismo, las cuales han sido obtenidas por calificaciones que otros agentes le han dado en el pasado. Se calculan con la misma formula de los testigos de reputación, vistos en el nivel 2, con la única diferencia que los datos obtenidos son los proporcionados por el mismo agente b .

$$Tc(a,b,c, ___) \quad y \quad pTc(a,b,c, _)$$

La fórmula para calcular la confianza en los certificados de reputación es:

$$\bullet \quad CT(a,b,c) = \sum_{ri_CR(a, b, c)} w(ri) * vi \quad (8)$$

Las fórmulas 3 y 4 son usadas en este nivel.

Nivel 6: Combinando los Componentes. Luego de modelar los diferentes casos en los cuales se presenta la confianza en un sistema multi-agentes, es posible formular la ecuación de la confianza:

$$\bullet \quad T(a,b,c) = \frac{\sum_{k \in \{I,R,W,C\}} wk * Tk(a, b, c)}{\sum_{k \in \{I, R, W, C\}} wk} \quad (9)$$

$$\bullet \quad PT(a,b,c) = \frac{\sum_{k \in \{I,R,W,C\}} wk}{\sum_{k \in \{I, R, W, C\}} wk} \quad (10)$$

Donde $wk = Wk * PT(a, b, c)$; WI, WR, WW, WC son los coeficientes correspondientes a $IT; RT; WR$ y CR ; y Tk concierne al valor de los resultados de las fórmulas 1,5,6 y 8 dependiendo del ítem que se esté evaluando.

3.1.4 Aplicación del modelo de confianza FIRE

La descripción del modelo FIRE [1] y su aplicación al caso de la BVC requiere la definición de algunos conceptos relevantes como son:

- **Contratos:** representan acuerdos creados por un agente al interactuar con otro donde se muestran los aspectos trascendentales de la negociación entre ellos. Están formados por un conjunto de tópicos acompañados con su respectivo valor. Un ejemplo de contrato entre un comisionista vendedor y el administrador del sistema, sería:

$$O = \{Pronta respuesta (0.4) =v, Calidad en oferta seleccionada (0.6) =v\}$$

Donde *Pronta respuesta* y *Calidad en oferta seleccionada* representan los ítems que el vendedor desea evaluar de las interacciones con el administrador. Los valores (0.4) y (0.6) corresponden al peso subjetivo dado para cada ítem, la suma de los pesos en cada contrato debe ser igual a 1, y *v* corresponde a la calificación que el vendedor le asigna a la interacción.

- **Interacciones históricas:** hacen referencia a todas las normas y contratos que se usaron en el pasado en un tiempo determinado.
 - **Confidencia:** mencionan la forma en que se evalúan los agentes. Indica la escala de reputación.
- Por cuestiones de espacio, las reglas aplicadas en el modelo FIRE no se enunciarán en este informe.

4. MODELADO DE AGENTES

4.1 DESCRIPCIÓN DE GAIA II

La metodología seguida para la implementación del sistema de la BVC ha sido Gaia II, la cual fue seleccionada por su fácil interpretación y manejo de agentes inteligentes en sistemas abiertos, dinámicos y complejos, en los cuales se requiere que un agente sea flexible y adaptable al ambiente para aportar información precisa y pertinente para el sistema que lo requiere [6]. Además, por su estructura de niveles permite agregar en su fase de análisis preliminar el módulo correspondiente al modelo de confianza FIRE, en el cual se maneja todo lo apropiado a las métricas y escalas de reputación para las cuales se implementan las reglas organizacionales, que servirán como complemento en la obtención de roles y protocolos organizacionales. En Gaia II se manejan cuatro niveles: *Colección de Requerimientos*, *Análisis*, *Diseño Arquitectónico*, *Diseño Detallado e Implementación*, los cuales se describen y se aplican al caso del sistema de la BVC en el rol Administrador del Sistema. Por restricciones de espacio, no se ilustrarán los demás roles ni todas las actividades que cumple el administrador.

Fase 1: Colección de requerimientos. En esta capa se lleva a cabo una abstracción de requerimientos y funcionalidades que debe suplir el sistema. En la Figura 3 se muestran cada una de las funciones correspondientes al Administrador del sistema en el sistema:

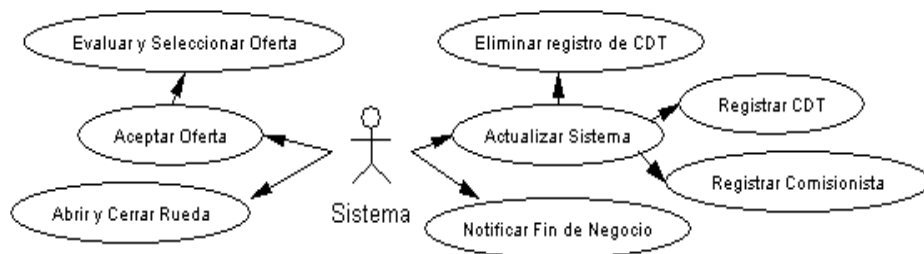


Figura 3. Casos de uso del administrador del sistema

Fase 2: Análisis. Se realiza visualización del ambiente, esta fase a su vez se descompone en:

- Subdivisión del sistema en sub-organizaciones. El sistema de la BVC se ha subdividido en cuatro sub-organizaciones como se describe en la Figura 4:

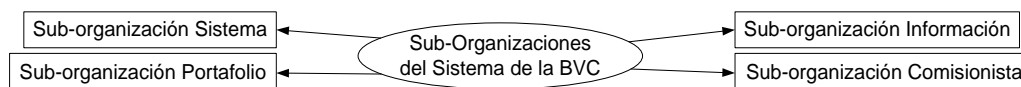


Figura 4. Sub-organizaciones del sistema

- Modelado del ambiente: Se describen cada uno de los permisos que tienen los roles en el ambiente. La tabla 4 muestra uno de los permisos que tiene el administrador del sistema.

Tabla 4. Modelado del ambiente

| Actividad | Variable | Descripción |
|-----------|---------------------------|--|
| Lee | hora_sistema | el administrador lee la hora del sistema para conocer en que momento debe cerrar o abrir la rueda. |
| Cambia | hora_inicio / hora_cierre | Hora de inicio de la rueda / Hora de cierre de la rueda. |

- Modelo de roles preliminares: En este modelo se muestran los permisos, protocolos, actividades y responsabilidades que debe llevar a cabo el rol en óptimas condiciones.
- Modelo de interacción preliminar: En este modelo se crea una primera aproximación de los protocolos que se van a implementar en el sistema de la BVC.
- Reglas organizacionales: La tabla 5 muestra dos reglas que debe cumplir el administrador del sistema dentro de la rueda de negociación para mantener una puja transparente.

Tabla 5. Reglas de la organización

| Regla | Simbología |
|---|---|
| Todo título que se va a negociar debe estar registrado en el sistema. | \forall CDT/ CDT_a_negociar \rightarrow CDT_Registrado_Sistema. |
| En el desarrollo de la negociación se deben mantener informados a los comisionistas que han realizado ofertas de compra de la existencia de mejores ofertas o de la aprobación del negocio. | \forall comprador [i] / oferta_comp \rightarrow notific_compra \vee notific_rechazo |

Fase 3: Diseño arquitectónico. En esta fase se determinan los roles e interacciones organizacionales y se define un estructura organizacional. Se divide en:

- Estructura organizacional: La Figura 5 ilustra las jerarquías que se consideraron en el modelado de Gaia II.

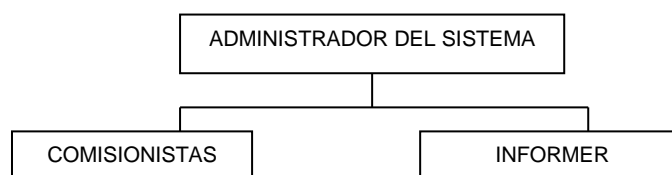


Figura 5. Jerarquía de la organización

- Modelo de Roles e Interacciones Organizacionales: En este modelo se crean los roles y protocolos organizacionales que se asignan a cada uno de los agentes que forman parte del sistema. La tabla 6 muestra el rol del administrador del sistema.

Tabla 6. Rol Administrador del Sistema

| | |
|-------------------------|---------------------------|
| Esquema del Rol: | Administrador del Sistema |
|-------------------------|---------------------------|

| | | |
|---|---|--|
| Descripción | | |
| Se encarga de asignar el tiempo de apertura de la rueda, permitiendo que las negociaciones sólo sean realizadas en el lapso de duración de ésta. Así mismo, debe registrar a los comisionistas y los CDTs ; evaluar y seleccionar la mejor oferta de compra y notificar a los comisionistas el cierre del negocio. Finalmente, actualiza y elimina los registros de los CDTs vendidos. | | |
| Protocolos y Actividades | | |
| Fijar hora, Abrir rueda, Cerrar rueda, Enviar registro al comisionista, <u>Registrar comisionista</u> , Suministrar certificado, Recibir CDT, Solicitud de variable del mercado, <u>Registrar CDT</u> , <u>Actualizar registro CDT</u> , Informar horario, Recibir oferta, <u>Evaluar oferta</u> , <u>Seleccionar oferta</u> , Notificar fin de negocio, Suministrar calificación <u>Eliminar registro CDT</u> , | | |
| Permisos | | |
| Lee | hora_sistema CDT [i] datos_comisionista[i] hora_negocio[i] | Oferta_compra[i] CDT_negociado [i] hora_oferta[i] registro_CDT[i] |
| Cambia | hora_inicio hora_cierre | registro_CDT[i] registro_comisionista[i] |
| Genera | nuevo_comisionista[i] Nuevo_CDT[i] | |
| Responsabilidades | | |
| Vivacidad Administrador del Sistema = { {Fijar hora, Abrir rueda, Cerrar rueda, Informar horario} {(Recibir oferta, <u>Evaluar oferta</u>) ^w . <u>Seleccionar oferta</u> . Notificar fin de negocio. Suministrar calificación.} { <u>comisionista</u> . Enviar registro al comisionista. Suministrar certificado. Recibir CDT, <u>Registrar CDT</u> . <u>Actualizar registro CDT</u> . <u>Eliminar registro CDT</u> .} } | | |
| Seguridad | hora_inicio = 8 a. m hora_cierre = 3 p. m oferta_seleccionada == 1 variables_oferta == variables_mercado hora_inicio < Recibir oferta < hora_cierre datos_comisionista = = true variables_CDT == variables_mercado hora_inicio < registrar CDT < hora_cierre hora_inicio < registrar comisionista < hora_cierre | |

La Figura 6 muestra el protocolo organizacional del administrador del sistema cuando notifica al rol comisionista de la venta – compra del CDT.

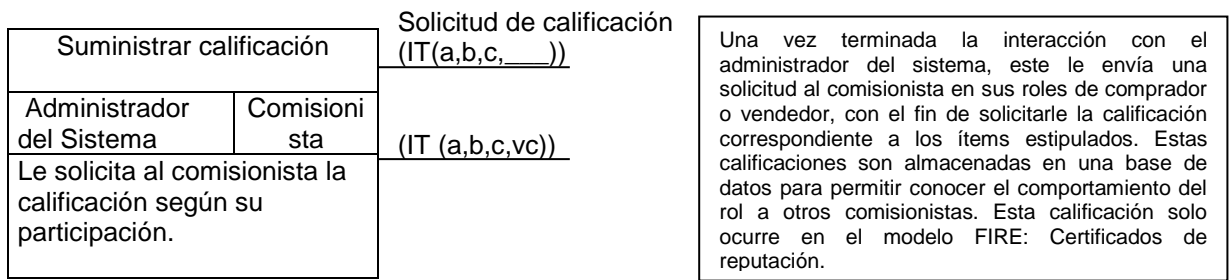


Figura 6. Protocolo suministrar calificación

Fase 4: Diseño detallado. Se especifican los agentes y servicios necesarios para el funcionamiento de los roles y protocolos en el sistema multiagente. Aquí se encuentran:

- Modelo de agentes: La Figura 7 muestra uno de los agentes creados en el modelado de Gaia II.

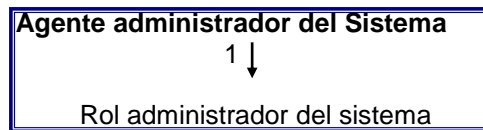


Figura 7. Agente administrador del Sistema

- Modelo de servicios: En este modelo se muestran los servicios necesarios para que un agente pueda llevar a cabo el rol con sus respectivos protocolos y actividades. A continuación se muestra uno de los servicios necesarios para el administrador del sistema.

Tabla 7. Servicios Administrador del Sistema

| Servicio | Entrada | Salida | Pre-Condición | Post-Condición |
|----------------|------------------|----------------------------------|--|---------------------------------------|
| Recibir oferta | Oferta_compra[i] | Oferta aprobada/oferta rechazada | hora_inicio < Recibir oferta < hora_cierre | variables_oferta == variables_mercado |

Fase 5: Implementación. En esta fase se lleva a cabo la implementación del sistema. En este nivel se han desarrollado hasta el momento:

- Creación de las bases de datos del sistema de la BVC. Se crearon tres bases de datos que son: Sistema, Portafolio y Pública. En la Figura 8 se presentan las relaciones de las tablas concernientes al modelo de confianza.

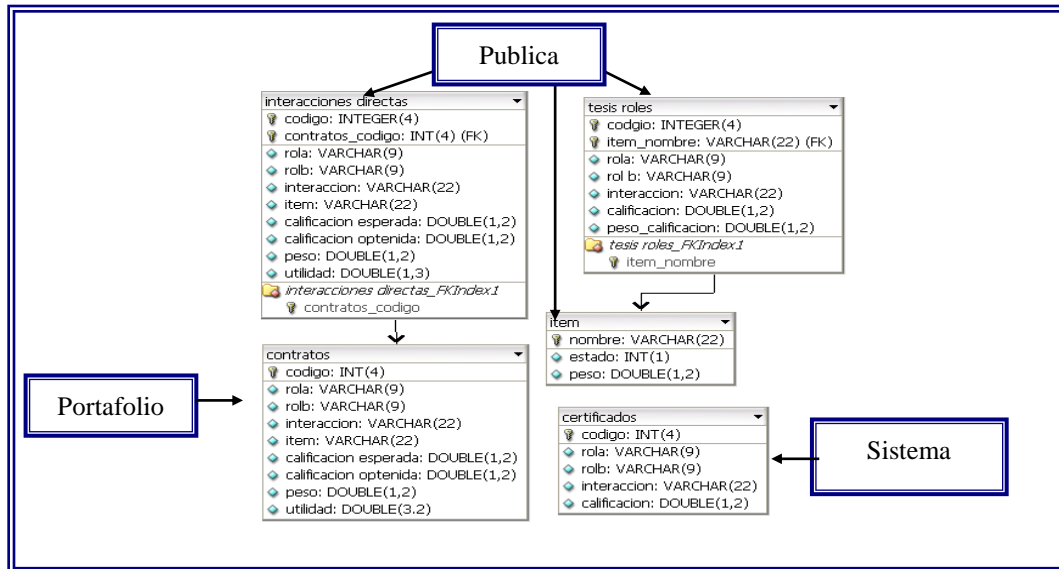


Figura 8. Base de datos de confianza de la BVC

- El desarrollo del prototipo se realizó bajo las siguientes herramientas: como editor de Java se usa netBeans 3.6 con la máquina virtual de Java j2sdk1.4.2_04, como manejador de bases de datos se utiliza Mysql 1.4, como servidor WEB Jakarta Tomcat 4.1; para el diseño de interfaces se maneja Dreanweaver MX 2004.
- La Figura 9 muestra las clases implementadas para el modelo de confianza.

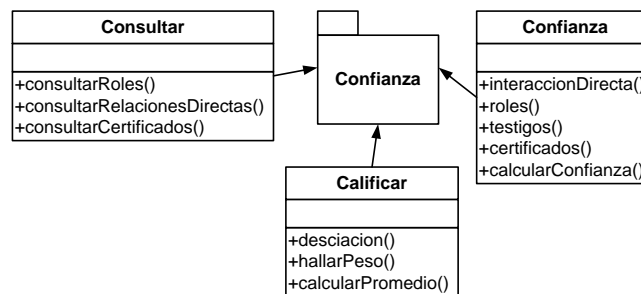


Figura 9. Diagrama de clases modelo de confianza

5. CONCLUSIONES

Para desarrollar un prototipo del sistema de la Bolsa de Valores de Colombia se ha hecho necesario investigar y estudiar acerca del funcionamiento de esta entidad: sus actividades principales, los actores que intervienen, el horario de transacciones, los títulos negociados, entre otros temas. No obstante, la implementación de agentes ha requerido ampliar el ámbito de estudio, demandando una conceptualización precisa de las labores que se desempeñan en el sistema. Por esta razón, hemos analizado y desarrollado detenidamente los modelos necesarios para caracterizar a los agentes que intervienen en cualquier sistema, enfocándonos en nuestro caso de estudio.

En el desarrollo de un sistema multiagente, no sólo es importante modelar el contexto en el que se desenvuelven los actores del sistema, sino también, es trascendental analizar y moldear los roles que cada participante va a adquirir, así como las restricciones y limitaciones que cada uno tiene y la manera

en que se van a comunicar entre ellos. Desde este punto de vista, la metodología Gaia II presenta una serie de pasos y etapas que introducen y guían en el modelado del sistema, con el respaldo de su antecesora Gaia, la cual tiene como referencias las múltiples aplicaciones en las cuales ha sido implementada, no obstante, esta última versión de Gaia implementa en su arquitectura la creación de una estructura organizacional soportada por roles, protocolos y reglas organizacionales, que permiten el manejo de los agentes en sistemas dinámicos y complejos y amplía las fases de requerimiento y análisis, lo cual representa una mayor facilidad en el momento de abstraer el sistema real en las reglas sugeridas por esta metodología.

Para alcanzar el propósito de este proyecto, el cual basa sus intenciones en el análisis y la aplicación de un modelo de confianza en un prototipo de la BVC, se hace necesario el uso de herramientas y modelos que apoyen los resultados arrojados por Gaia II. En esta instancia, el uso de FIRE representa un soporte para los fines descritos anteriormente.

Con la selección y desarrollo del modelo FIRE, complementado con las nociones generales del análisis y evaluación de la confianza en sistemas multiagentes, se consigue una guía completa de fórmulas y reglas que describen la manera más adecuada de implementar análisis de confianza en una aplicación formada por agentes. La descripción de métricas y de escalas de evaluación descritas y desarrolladas en FIRE han permitido facilitar la comprensión de las evaluaciones que deben practicar los agentes a otros, en este caso, han proporcionado un indicador acerca de la forma en la que los comisionistas deben evaluar al administrador del sistema en todas las interacciones posibles entre ellos. Al mismo tiempo, las escalas aportan al usuario la facilidad de comparar los comportamientos de un agente con los de un ser humano, ya que usan niveles lingüísticos básicos, tales como: bueno, malo o regular.

De esta manera, complementando las conclusiones arrojadas por el modelado de agentes y el de confianza, se facilita la definición de una arquitectura de confianza, la cual se hace necesaria para obtener una visión más aproximada acerca del funcionamiento de todo el sistema, es decir, en esta arquitectura se puede definir el proceso que los agentes realizan desde el momento en que ingresan al sistema hasta cuando terminan sus intervenciones, incluyendo el momento en que deben evaluar la confianza del administrador de sistema. La creación previa de la arquitectura aporta en el desarrollo de la aplicación una disminución de tiempo invertido en el diseño de ésta.

Así mismo, para el desarrollo del prototipo hemos elegido el lenguaje de programación Java, ya que provee facilidades para la implementación de agentes, es robusto y permite la integración de diversas tecnologías, y para nuestro caso, es fácilmente aplicable en entornos WEB y tiene una comunicación sencilla con manejadores de bases de datos, como MySQL.

Finalmente, la integración de la aplicación en un ambiente WEB y la ejecución de las pruebas pertinentes verifican que el modelo de confianza descrito se representa en el prototipo desarrollado.

BIBLIOGRAFIA

- [1] Carles Sierra - Lluís Godó - Nicholas R. Jennings y Sarvapali D Ramchurn, DEVSING A TRUST MODEL FOR MULTI-AGENT INTERACTIONS USING CONFIDENCE AND REPUTATION. 2004
- [2] Stephen Paul Marsh, FORMALISING TRUST AS A COMPUTATIONAL CONCEPT, University Of Stirling, 1994.
- [3] Yan Zheng Wei – Luc Moreau - Nicholas R. Jennings y MARKET BASED RECOMMENDER SYSTEMS: LEARNING USERS' INTERESTS BY QUALITY CLASSIFICATION AND UNIVERSITY OF SOUTHAMPTON, UK.
- [4] Audun Jøsang, TRUST-BASED DECISION MAKING FOR ELECTRONIC TRANSACTIONS, Norwegian University of Science and Technology, N-7491 Trondheim, Norway.

- [5] Huynh T. Dong, Jennings Nicholas R. Y Shadbolt Nigel R., FIRE: AN INTEGRATED TRUST AND REPUTATION MODEL FOR OPEN MULTI-AGENT SYSTEMS, 2003
- [6], Wooldrige Michael Zambonelli Franco y Jennings Nicholas R, DEVELOPING MULTIAGENT SYSTEM: THE GAIA METHODOLOGY, Department Of Computer Science, University Of Liverpool, 2003.
- [7] Gambetta Diego, CAN WE TRUST?. Blackwell,1998
- [8], Carter Leyton y Ghorbani Ali A., VALUE CENTRIC TRUST IN MULTIAGENT SYSTEMS, Faculty of Computer Science, University of New Brunswick, Fredericton, NB, E3B 5A3, Canada.
- [9], Castelfranchi Cristiano y Rino Falcone, PRINCIPLES OF TRUST FOR MAS : COGNITIVE ANATOMY, SOCIAL IMPORTANCE, AND QUANTIFICATION, Division of "AI, Cognitive Modeling and Interaction", National Research Council - Institute of Psychology - Roma – Italia.
- [10]Yu Bin, Singh Munindar. AN ADAPTIVE SOCIAL NETWORK FOR INFORMATION ACCESS: THEORETICAL AND EXPERIMENTAL RESULTS, 2003.
- [11], Jennings Nicholas R., Huynh Dong, Ramchurn Sarvapali, TRUST IN MULTI-AGENT SYSTEM, University of Southampton, UKR.
- [12], Rahman Alfarez Abdul y Hailes Stephen, A DISTRIBUTED TRUST MODEL, Department of Computer Science, University College London, Gower Street, London WC1E 6BT, United Kingdom.