

Tipo de artículo: Artículo original
Temática: Inteligencia artificial
Recibido: 20/01/2014 | Aceptado: 30/05/2014

Requisitos de Ingenias con un enfoque del Modelado Social e i*

*Ingenias Requirements based on social modeling and i**

Yahima Hadfeg Fernández^{1*}, Mailyn Moreno Espino¹, Alejandro Rosete Suárez¹, Alternán Carrasco Bustamante², Yasser Juan de la Flor²

^{1*} Instituto Superior Politécnico José Antonio Echevarría (CUJAE), La Habana, Cuba. Correo-e: my@ceis.cujae.edu.cu; rosete@ceis.cujae.edu.cu

² Complejo de Investigaciones Tecnológicas Integradas (CITI), La Habana, Cuba. Correo-e: acarrasco@udio.cujae.edu.cu; yflor@ceis.cujae.edu.cu

*Autor para correspondencia: yhadfeg@ceis.cujae.edu.cu

Resumen

Las tendencias actuales de la computación permitieron el surgimiento de los agentes inteligentes. Con este nuevo paradigma ha surgido un gran número de metodologías para el desarrollo de sistemas multi-agente, ejemplo de ellas son GAIA, Mase, TROPOS e INGENIAS. Cada una tiene ventajas y desventajas en las distintas fases del desarrollo de software. La metodología INGENIAS es considerada una de las más completas, pero no tiene una fase de captura de requisitos desde el punto de vista social. La metodología TROPOS sin embargo, es una metodología fuerte en la captura de requisitos, ya que utiliza i *. En este trabajo, tras analizar las etapas de los requisitos de ambas metodologías, se hace una propuesta para incorporar los modelos sociales de i * a INGENIAS, basados en el análisis llevado a cabo por la metodología TROPOS.

Palabras clave: Ingenias, i*, Modelo social, Requisitos.

Abstract

Intelligent agents are the solution of current computing trends. With this new paradigm has emerged a large number of methodologies to develop multi-agent systems, e.g. are GAIA, Mase, TROPOS and INGENIAS. Each one has some advantages or disadvantages in the different phases of software development. Ingenias methodology is considered

one of the most complete, but it does not have a capture requirement phase from a social point of view. The TROPOS methodology however, is a strong methodology in the capture requirements because it uses i. In this paper, after analyzing the stages of requirements of both methodologies, a proposal is made for the incorporation of social modeling with i* in Ingenias, based on the analysis carried out by the TROPOS methodology.*

Keywords: *Ingenias, i*, Requirements, Social Modeling.*

Introducción

La Ingeniería de Software surgió con el objetivo de construir y mejorar la calidad de los sistemas informáticos (Pressman, 2010). Uno de los retos que enfrenta la Ingeniería de Software hoy es el paradigma de la orientación a agentes. Los agentes y los sistemas multi-agente están contribuyendo actualmente a dominios diversos tales como: recuperación de datos, interfaces de usuario, comercio electrónico, robótica, colaboración por computadora, juegos de computadora y educación (Wooldridge, 2009).

Existen actualmente un gran número de metodologías propuestas para desarrollar sistemas multi-agente (SMA) (Henderson-Sellers *et al.*, 2005) entre las que están: MaSE (DeLoach, 1999), TROPOS (Morandini *et al.*, 2008), Ingenias (Pavon *et al.*, 2008), entre otras (Henderson-Sellers *et al.*, 2005). Esta diversidad dificulta en cierto grado la elección de una metodología para desarrollar un SMA según las características que se esperan del mismo. Ingenias es una metodología de propósito general y aplicable a desarrollos industriales, detalla con profundidad las etapas de análisis, diseño e implementación (Henderson-Sellers *et al.*, 2005), (Pavon *et al.*, 2008). Esta metodología toma como base el Proceso Unificado de Desarrollo (RUP) (Jacobson *et al.*, 2000) para su captura de requisitos a pesar de ser una metodología orientada a agentes. También cuenta con una propuesta de utilizar teoría de la actividad para la captura de requisitos (Fuentes *et al.*, 2009).

A pesar de las facilidades que brinda el modelado con Ingenias para obtener un SMA, el utilizar RUP como punto de partida, en la captura de requisitos, dificulta tener un hilo conductor desde el inicio del proyecto hasta el final, ya que RUP está enfocada a la orientación a objetos. Además, la herramienta de desarrollo de Ingenias no soporta esta fase (Gómez-Sanz *et al.*, 2008).

La Ingeniería de Requisitos comprende todas las tareas relacionadas con la determinación de las necesidades o de las condiciones a satisfacer para un software nuevo o modificado. Su propósito es hacer que los requisitos alcancen un estado óptimo antes de llegar la fase de diseño en el proyecto. Los buenos requisitos deben ser medibles, comprobables, sin ambigüedades o contradicciones (Pressman, 2010).

Entre las metodologías orientadas a agentes está Tropos (Morandini *et al.*, 2008) que se caracteriza por su motivación para la construcción de sistemas con arquitecturas abiertas, que sean capaces de evolucionar, adaptándose a nuevos requisitos. Esta metodología cubre las primeras fases de captura de requisitos con especial rigor, adoptando el marco *i** (Yu, 1995), (Yu, 2009). Tropos cuenta con dos fases de captura de requisitos: tempranos y tardíos. No obstante de tener una captura de requisitos robusta no cuenta con una consolidación hacia la implementación, como lo hace Ingenias.

En este trabajo se propone una manera de conectar la etapa de obtención de requisitos en Tropos con la etapa inicial de diseño en Ingenias. Para esto, se plantea una vía para transitar desde los modelos de requisitos en *i** hacia los modelos que se usan en Ingenias.

Materiales y Métodos

Ingenias

Ingenias (Pavon *et al.*, 2008) es una de las metodologías más robustas para el desarrollo de sistemas multi-agente (SMA). Define un conjunto de meta-modelos (una descripción a alto nivel de qué elementos tiene un modelo) con los que hay que describir el sistema. Los meta-modelos indican los elementos necesarios para describir un SMA: agentes aislados, organizaciones de agentes, entorno, interacciones entre agentes o roles, tareas y objetivos. Estos meta-modelos se construyen mediante un lenguaje de meta-modelo, el GOPRR (*Graph, Object, Property, Relationship and Role*) (Kelly *et al.*, 1996). En la construcción de los meta-modelos se integran resultados de investigación (Fuentes *et al.*, 2009) en forma de entidades y relaciones entre entidades. La instanciación de estos meta-modelos produce diagramas, los modelos, similares a los que se usan en UML (Rumbaugh *et al.*, 1999), con la diferencia de que estos diagramas se han creado exclusivamente para definir el sistema multi-agente.

El proceso de instanciación de los meta-modelos no es trivial. Existen muchas entidades y relaciones a identificar, además de dependencia entre distintos modelos. Por ello, Ingenias define un conjunto de modelos. Estas actividades a su vez se organizan siguiendo RUP (Jacobson *et al.*, 2000).

Requisitos en Ingenias

Dentro de las etapas que proponen las metodologías para el desarrollo de un software, se consideran el análisis y captura de requisitos como una tarea muy importante (Jacobson *et al.*, 2000). Esto se debe a que en estas etapas los desarrolladores, analistas y clientes entenderán el ambiente en el cual funcionará el sistema que se quiere desarrollar (Pressman, 2010).

Ingenias plantea que la captura de requisitos debe hacerse como se realiza en RUP (Gómez-Sanz, 2002). En la práctica esta no es la forma adecuada para capturar los requisitos, teniendo en cuenta que quiere construir un SMA y que RUP es un proceso dirigido fundamentalmente al paradigma de orientación a objetos. En la programación orientada a objetos la acción se inicia mediante la transmisión de un mensaje al objeto. Un objeto exhibirá su comportamiento mediante la invocación de un método como respuesta a un mensaje (Budd, 2002), sin embargo los agentes son autónomos y pueden responder "no" a un mensaje o una petición, además son proactivos, no necesitan órdenes para trabajar, están dirigidos por metas u objetivos (Wooldridge, 2009).

Las tareas del proceso de captura de requisitos están descritas en lenguaje natural y diagramas de actividad. Como ocurre con otras propuestas, Ingenias no da guías precisas para identificar sus entidades de modelado con conceptos del mundo real (Gómez-Sanz, 2002).

Frente a la ausencia de guías concretas en la metodología Ingenias sobre el modelado de la información suministrada por los clientes, la aproximación con la Teoría de la Actividad (Fuentes *et al.*, 2009) presenta repositorios de configuraciones sociales que asocian preguntas en lenguaje natural y patrones estructurales en UML. De este modo se proporciona ayuda para establecer la correspondencia entre las respuestas en lenguaje natural a las preguntas y estructuras del lenguaje de modelado.

Para facilitar la modificación de las primitivas relacionadas con la Teoría de la Actividad se optó por describir su lenguaje mediante meta-modelos (Fuentes, 2004). Así se permite adaptar el lenguaje a nuevo conocimiento relativo a problemas concretos u otras disciplinas.

La Teoría de la Actividad es otra alternativa para realizar un proceso de captura de requisitos en las metodologías orientadas a agentes, realizando las diferentes preguntas que se proponen en "La guía de captura de requisitos para Sistemas Multi-Agentes" de (Fuentes, 2004).

Modelado Social con i*

Las tecnologías de la información pueden ser utilizadas de diversas maneras y tiene un gran potencial para mejorar la vida de las personas. Pero el diseño de sistemas que realmente respondan a las necesidades de las personas sigue siendo un desafío. A diario se encuentran sistemas que no hacen lo que se espera de ellos. Gran parte de este problema es que los requisitos del sistema no se capturan de forma rigurosa (Yu, 2009).

En la ingeniería de software la construcción de modelos mayormente han girado en torno a las relaciones estáticas y las propiedades dinámicas y de comportamiento de los mismos (Yu *et al.*, 2011). Este enfoque es obvio, ya que los

modelos conceptuales al final se traducen en los datos y las operaciones que ejecutará la máquina. Pero un sistema para tener éxito, debe funcionar dentro del contexto de su entorno.

La evolución de los sistemas de software y de los problemas a los que se enfrentan hoy las tecnologías de la información impone adoptar un punto de partida diferente, para comprender el mundo en el que el sistema de información estará situado. Adoptando una visión social del mundo, se puede ver que en este existe la intencionalidad. La intencionalidad la originan actores, como los seres humanos. Los actores intencionales tienen necesidades y deseos y realizan acciones para tratar de satisfacerlos. Los actores pueden elegir qué acciones tomar, lo cual los hace autónomos. Los actores no existen en forma aislada. Existen en algún entorno compartiendo e interactuando con otros (Yu, 2009).

El modelado social al enfocarse en la ingeniería de requisitos tempranos, se centra en la dimensión social de los sistemas y su entorno. Es parte de un método de ingeniería que proporciona técnicas sistemáticas y herramientas que pueden proporcionar un vínculo claro con el resto del proceso de desarrollo del sistema, incluyendo el diseño y la ejecución (Yu, 2009). En un enfoque social, los intereses estratégicos de los actores deben ser utilizados para guiar la búsqueda de concepciones alternativas para el nuevo sistema.

El modelado social ve la ingeniería de requisitos de una forma orientada a metas. Un análisis de metas revela deseos, lo que permite identificar conflictivos o expectativas. Un modelo orientado a metas puede ayudar a gestionar cambios. Las metas proporcionan criterios y guías para generar y evaluar posibles soluciones. La orientación a agentes aprovecha los puntos fuertes de la orientación a metas (Yu *et al.*, 2011).

El lenguaje de modelado i^* introduce aspectos del modelado social y del razonamiento sobre los métodos de ingeniería de sistemas de información, especialmente a nivel de requisitos (Yu, 2009). i^* reconoce la primacía de los actores sociales, los actores son vistos como intencionales. El análisis se enfoca en qué tan bien los objetivos de los distintos actores se capturan dado alguna configuración de las relaciones entre los actores humanos y del sistema. La reconfiguración de estas relaciones puede ayudar a plasmar los intereses estratégicos de los actores (Yu, 1995).

El lenguaje i^* tiene dos modelos: el modelo de Dependencias Estratégicas (SD), el cual describe la red de conexiones y dependencias entre actores, y el modelo de Relaciones Estratégicas (SR), el cual incluye los elementos internos de cada actor que describe, describiendo el proceso y razones por las que el actor decide adoptar una configuración u otra. El lenguaje i^* consta de dos etapas, la primera de análisis de requisitos tempranos que se centra en identificar el “por qué” y las intenciones de los actores, siguiendo los aspectos del modelado social y la segunda de análisis de requisitos tardíos que modela lo que hará el sistema propuesto.

Resultados y discusión

Propuesta de transformación de i* a Ingenias

La metodología Ingenias cuenta con un conjunto de meta-modelos (Pavon *et al.*, 2008) a los cuales se le agregarán elementos partiendo de modelar los requisitos con Tropos (Morandini *et al.*, 2008). A continuación se explicará la relación de equivalencia o trazabilidad que puede establecerse entre los elementos de i* y los modelos de Ingenias. Esta es la base para la propuesta de conexión entre ambas metodologías.

Meta-Modelo de Agentes: usado para describir agentes particulares, excluyendo las interacciones con otros agentes, se centra en la funcionalidad del agente y en el diseño de su control. En este sentido, proporciona información acerca de sus responsabilidades y comportamiento (Gómez-Sanz, 2002). El comportamiento del agente se define como: tipo de control, especificación de estado mental y su evolución, además de sus responsabilidades: asociación de tareas, objetivos y roles al agente (Gómez-Sanz, 2002).

Tropos, utiliza el término actor para caracterizar a los actores del SMA donde las dependencias intencionales pueden ser descritas. También existen otras unidades como el rol, la posición y el agente, cada una de ellas tiene sus características específicas (Gómez-Sanz, 2002).

Por la similitud de la concepción de los agentes y los roles en las metodologías en cuestión, un agente en Tropos transitará hacia la metodología Ingenias como tal, lo mismo pasará al identificar un rol, obteniendo en Ingenias un rol, teniendo en cuenta que si este está ocupando el lugar del dependiente (depende de otro actor para satisfacer su meta) o del dependido (de él depende otro actor para alcanzar su meta) (Gómez-Sanz, 2002) de la relación.

El artefacto posición agrupa un conjunto de roles que pueden ser jugados por más de un agente. Esta especificación en Ingenias no existe, pero esto no dificulta su transformación. Se proponen dos variantes de cómo tratar la posición, la elección de una u otra depende de los desarrolladores del SMA que utilizarán la metodología Ingenias.

Una de las variantes es tratarla como un rol genérico que puede desglosarse en roles más específicos, que tributarán directamente a todos los agentes que en algún momento ocuparon la posición. La otra variante es asociar directamente los roles que cubrían la posición a los agentes que ocupaban dicha posición.

Es importante destacar que cuando se identifique un actor en Tropos no se especificará en Ingenias como un artefacto, siempre y cuando de él no dependa ningún actor social, cuando el actor no tenga la responsabilidad de satisfacer metas o metas-suaves, obtener recursos o realizar tareas. En este caso será especificado en un documento, esto se debe a que la metodología Ingenias no modela los actores del sistema.

El documento que resulte del modelado de un actor debe incluir un informe que muestre el nombre del actor, el nombre de cada uno de los elementos de los cuales él está dependiendo y la naturaleza de ese elemento, antes y

después de la transformación. También quedará reflejado el nombre de los *dependum* que intervienen en la relación de dependencia así como su naturaleza.

Los roles se modelarán como agentes siempre que en la relación de dependencia donde interactúe algún actor o agente dependan de él.

En Tropos existen otras tres posibles relaciones de dependencias que se modelarán de igual manera que la descrita anteriormente, estas son: que un actor dependa de un agente, que un agente depende de otro agente y que un agente dependa de un actor.

Existen además otras relaciones de dependencias que responden a diferente naturaleza. Estas son las que se establecen entre un agente y un rol, y entre un agente y una posición, ocupando el rol y la posición el lugar del *dependee*. El resto de las relaciones de dependencias que puedan existir en el modelado con Tropos no tienen una relevancia en el modelado en Ingenias.

Básicamente la relación entre un agente y una posición quedará especificada como la descrita anteriormente con la diferencia de que una posición al ser una unidad que agrupa varios roles, se tendrá en cuenta las responsabilidades de cada uno de estos, adicionándole también a cada uno las de la posición.

Meta-Modelo de Interacción

Los actores, ya sean agentes, roles o posiciones, no aparecen solos en Tropos, están acompañados de lo que se pudiera definir por Ingenias como una interacción, clasificada por Tropos como una dependencia de tarea, objetivo, recurso o meta-suave.

Partiendo del principio de que al existir una relación de dependencia en Tropos se está frente a una interacción en Ingenias, la transformación no se puede llevar de forma literal ya que las dependencias tienen diferente naturaleza (Gómez-Sanz, 2002).

La interacción nacida de la dependencia en el modelado en Tropos recibirá el nombre siguiendo la estructura “*depender-dependee*” (Yu, 2009). Las metas y las metas-suaves transitarán como objetivos. Las tareas transitarán como tal accediendo de esta manera en la interacción.

El *depender* puede ser instanciado por cualquiera de los cuatro posibles actores sociales, dígase actor, agente, rol y posición. Al ser este elemento justamente el que inicializaría la interacción se tiene que llegar a un convenio para llevar a cabo la transformación.

Al tener un actor ocupando el lugar del *dependier* en una relación independientemente de la naturaleza del *dependee*, el actor se convertirá en un rol que llevará el mismo nombre adicionándole como prefijo la letra “T”, para identificar que el rol es surgido de una interacción, y será el responsable de iniciar la interacción.

Por último cuando el *dependier* es ocupado por un agente este se comportará como agente, siendo él, el que inicie la interacción.

Es válido señalar que a pesar de que la metodología Ingenias no modela los actores del sistema, aquellos que sean identificados por la metodología Tropos como tal, se especificará su relación de interacción mediante un documento, esta especificación es importante ya que pudieran reflejar aportes significativos al modelado.

Meta-Modelo de Tarea y Objetivos

Tropos trata a los objetivos como requisitos reflejando en el diseño las restricciones que debe satisfacer el sistema.

Para la propuesta de transformación se tomarán las tareas generadas con Tropos como tareas en Ingenias, donde el actor encargado de ejecutarla será el agente al cual se le asigne. Este agente tiene la responsabilidad de comenzar, controlar y ejecutar la tarea según los términos establecidos por el diseñador.

Los objetivos en Ingenias y Tropos no son tratados de la misma manera pero se complementan entre sí, o sea, al adicionar el tratamiento que le dan a los objetivos en Tropos como requisitos se está teniendo en cuenta una mayor cantidad de elementos que enriquecen el modelado en Ingenias.

Para simplificar la complejidad que puede existir en la representación de los objetivos y las tareas en Ingenias, se han declarados meta-relaciones que representan la descomposición de objetivos y tareas (Pavon *et al.*, 2008), donde se distinguen tareas, objetivos, sub-tareas y sub-objetivos. Este aspecto estructural se complementa con la expresión de dependencias entre objetivos.

Tropos da la facilidad de descomponer tanto los objetivos como las tareas cuando estas son complejas, facilitando así su entendimiento. Estas relaciones reciben el nombre de descomposición, y pueden clasificarse en *and* u *or*. En vista de que ambas metodologías cubren este aspecto de manera similar no es complejo representar en Ingenias los aspectos plasmado en Tropos.

En ambas metodologías existe también las relaciones de dependencia, en Tropos clasificadas como relación medio-fin y en Ingenias caracterizadas por las primitiva GTDepends, por lo que el tránsito de Tropos a Ingenias no será dificultoso. De igual manera pasa con las relaciones de contribución.

En Tropos existen dos tipos de relaciones posibles entre tareas, ellas son las de descomposición, ya sea *and* u *or* y las de medio-fin. En Ingenias sin embargo sólo existe para relacionar las tareas la relación de descomposición, asumiendo

que todas las tareas en que se pudiera descomponer la tarea en cuestión hay que satisfacerla para lograr las tareas en cuestión. La descomposición de tareas que implementa Ingenias es de tipo *and*. Las relaciones de descomposición de tipo *or* se modelaran como una variante para realizar la tarea principal. Por su parte la relación medio-fin quedará especificada como una tarea adicional a trabajar independiente.

Tropos modela otras dos relaciones, ellas son la relación medio-fin, donde la tarea es un medio para obtener un objetivo y la de contribución donde una tarea puede contribuir a un objetivo tanto positivamente como negativamente. Meta-Modelo de Organización: es el equivalente a la arquitectura del sistema. El sistema en Tropos aparece en la etapa de análisis de requisitos tardíos y el mismo tiene la responsabilidad de ser la organización rectora del proceso. Por tales motivos se puede plantear que la organización en Ingenias encuentra su homólogo en el sistema de Tropos.

Meta-Modelo de Entorno

En el meta-modelo solo aparecen tres tipos de elementos, los agentes, las aplicaciones y los recursos (Gómez-Sanz, 2002). En Tropos los recursos son objetos que puede poseer un actor social. Existen las dependencias de recursos que se establece entre dos actores social donde uno (*dependor*) depende de otro (*dependee*) para obtenerlo.

Los recursos en ambas metodologías son tratados de manera similar, por esta razón las dependencias de recurso quedarán especificadas en este meta-modelo. En Tropos el *dependor* y el *dependee* puede cambiar indistintamente entre roles, actores, agentes y posiciones. Para esta transformación solo se tendrá en cuenta la dependencia donde el *dependee* esté ocupado por un agente, con el resto se procederá a realizar una descripción quedando plasmada en un artefacto textual que contenga el nombre del recurso y quien es el encargado de ofrecerlo (*dependee*).

En la tabla 1 que se muestra a continuación puede verse los principales artefactos que propone Tropos como metodología y como se interpretarán estos en Ingenia.

Tabla I Relación de Artefactos entre la metodología Ingenia y Tropos

Tropos		Ingenias
Actor	Agente	Agente
	Posición	Conjunto de Roles
	Rol	Rol
Meta Suaves		Objetivos
Metas		Objetivos
Tareas		Tareas

Recursos	Recursos
Relación de dependencia	Interacción
Sistema	Organización

Casos de estudio

Un Observatorio Tecnológico (OT) es un sistema de alerta para identificar y recopilar aquellos datos e informaciones que pueden ser fuente de amenaza u oportunidad (Vega, 2007). En la figura 1 se muestra la captura de requisitos de un OT para beneficiar a investigadores en un área determinada de su trabajo. El investigador tiene como meta principal Investigar.

Como se puede observar en la figura 1 el OT se dividió en cuatro agentes principales y toda la carga de buscar información, actualizar los perfiles, entregar información sin que el Investigador lo pida es responsabilidad del sistema que representa el OT. Con el modelado de los requisitos tardíos se procede a la transformación hacia Ingenias.

- Generación del meta-modelo de interacción.

En el meta-modelo de Interacción se describen las interacciones que se obtienen luego del modelado de los requisitos con la metodología Tropos, para este caso de estudio se obtuvo cuatro interacciones (*Investigador-Agente Personal*, *Agente Persona-Investigador*, *Agente Personal-Fuentes de datos* y *Agente Personal-Analista*). La figura 2 muestra la interacción Investigador-Agente Personal, la cual es inicializada por el rol *I_Investigador* y tiene como propósitos *Buscar información* y *SG_Compartir información*.

- Generación del modelo de organización.

Para este meta-modelo transita el sistema como una organización. Los diseñadores de Ingenias son los responsables de declarar uno o más objetivos genérico, los cuales serán identificados como propósito de la organización, para esto deben apoyarse en el documento Especificaciones del Meta-Modelo de Organización. La creación de los grupos deberán ser definidos por el desarrollador de Ingenias. En este caso de estudio no se declaró ningún sistema por lo que no hay en esta etapa definida aun una organización.

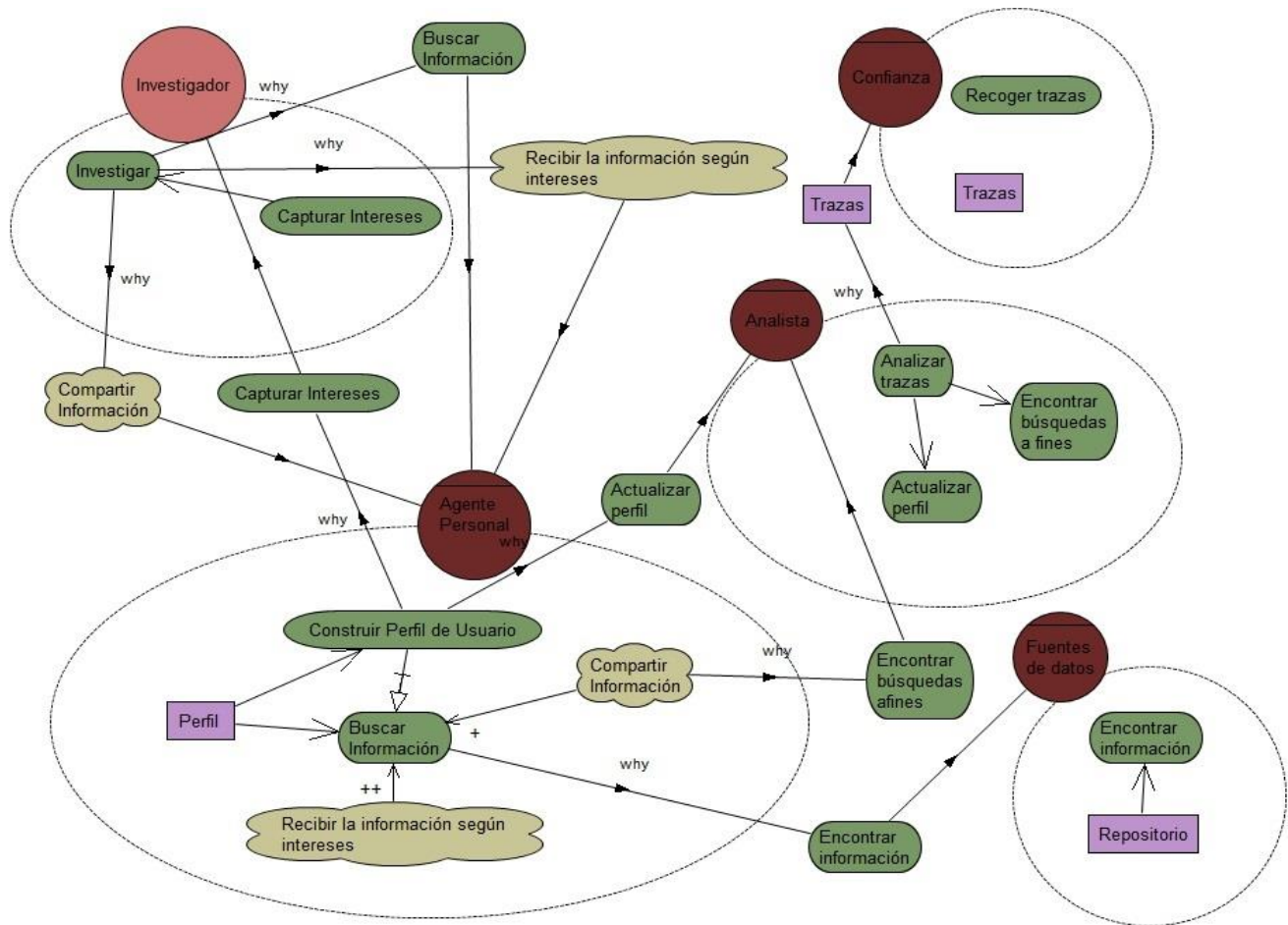


Figura 1. Modelo de relaciones de los actores y el sistema OT en los requisitos tardíos.



Figura 1. Interacción Investigador-Agente Personal

- Generación de modelos de agentes.

Con la generación de este modelo se obtuvieron cinco agentes (Agente Personal, Investigador, Fuente de Datos, Analista y Confianza). En la figura 3 se muestra al Agente Personal el cual tiene como propósito SG_Compartir información y Buscar información.

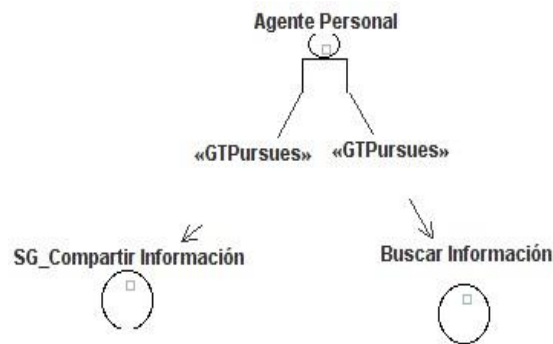


Figura 2. Agente Personal

- Generación de modelos de tareas y objetivos

Para estos modelos transitarán todas las tareas y metas que fueron identificados en el modelado con Tropos, así como sus relaciones de dependencias y de descomposición.

La figura 4 muestra la relación de dependencia entre el objetivo Capturar intereses e Investigar, también se aprecia como los objetivos SG_Recibir la información según intereses y sin pedirla y SG_Compartir Información contribuyen positivamente a la obtención del objetivo SG_Compartir Información. Por último se aprecia como el objetivo Analizar Trazas depende de los objetivos Encontrar búsquedas afines y Actualizar perfil.

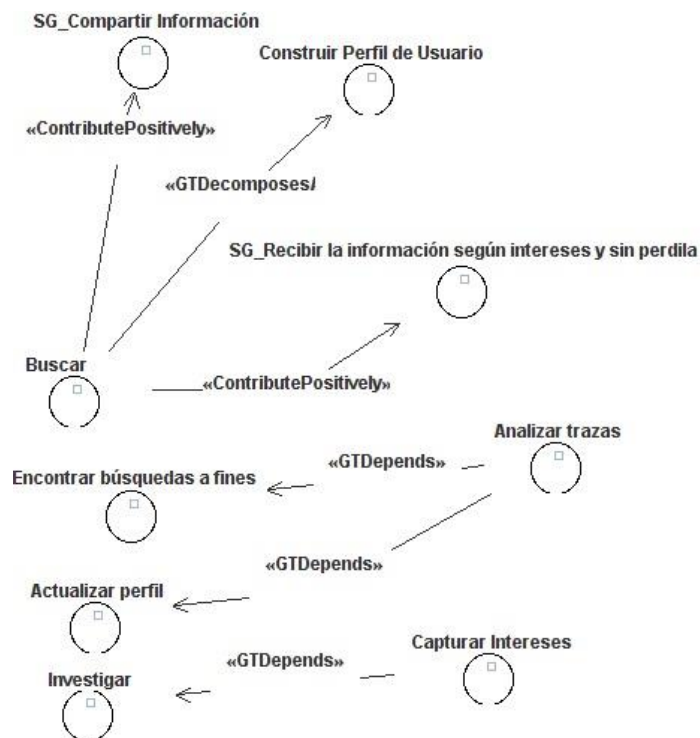


Figura 3. Meta-modelo de Tarea y Objetivos

- Generación del modelo de entorno

En el meta-modelo solo aparecen tres tipos de elementos, los agentes, las aplicaciones y los recursos. En Tropos los recursos son objetos que puede poseer un actor social. Existen las dependencias de recursos que se establece entre dos actores social donde uno (*dependor*) depende de otro (*dependee*) para obtenerlo. La figura 5 muestra el meta-modelo de entorno generado a partir del modelado de los requisitos en Tropos. Se observa la relación existente entre el agente Confianza y el recurso Trazas.



Figura 4. Relación entre el agente Confianza y el recurso Trazas

Conclusiones

El modelado social ayuda a entender las relaciones entre los actores que forman inicialmente parte del entorno a analizar y donde se pretende implantar el sistema de información. El modelado social con i^* permite capturar los requisitos de un SMA por lo que su transformación hacia los artefactos de Ingenias en su fase de análisis es un punto de partida válido para construir el sistema con requisitos más robustos. Al incorporar el modelado social en una metodología robusta como es Ingenias permite obtener SMA con una captura de requisitos rigurosa y que tenga una mayor aceptación desde el punto de vista de lo que espera el usuario final. Con esta propuesta de transformación se logra obtener a partir de los requisitos artefactos de la fase de análisis de Ingenias y estos quedan listos para ser actualizados en esta etapa.

Referencias

- BUDD, T. An introduction to object-oriented programming. Addison-Wesley, 2002. p.
- DELOACH, S. Multiagent Systems Engineering: A Methodology And Language for Designing Agent Systems. En. Agent-Oriented Information Systems (AOIS). 1999, p. 10.
- FUENTES, R. Teoría de Actividad para el desarrollo de Sistemas Multi-Agentes. Doctoral, Universidad Complutense de Madrid, Madrid, 2004.
- FUENTES, R., J. GÓMEZ-SANZ, *et al.* Requirements elicitation and analysis of multiagent systems using activity theory. Systems, Man and Cybernetics, Part A: Systems and Humans, IEEE Transactions on, 2009, 39: p. 282-298.
- GÓMEZ-SANZ, J. Modelado de Sistemas Multi-Agentes. Doctoral, Universidad Complutense de Madrid, Madrid, 2002.
- GÓMEZ-SANZ, J., R. FUENTES, *et al.* INGENIAS Development Kit: a visual Multi-Agent System development environment. En. 7th Int. Conf. on Autonomous Agents and Multiagent Systems (AAMAS 2008). Padgham, Parkes, Müller and Parsons, 2008, p. 1675-1676.
- HENDERSON-SELLERS, B. and P. GIORGINI. Agent-Oriented Methodologies. Hershey - London - Melbourne - Singapore, Idea Group Publishing, 2005. 420 p.
- JACOBSON, I., G. BOOCH, *et al.* The Unified Software Development Process. Madrid, Addison Wesley Pearson Educación, S. A., 2000. 458 p.

- KELLY, S. and K. LYYTINEN. METAEDIT+ A fully configurable Multi-User and Multi-tool CASE and CAME Environment. En: (editores). Advanced Information Systems Engineering. Finland: Lecture Notes in Computer Science, 1996. 1080-1996 p.
- MORANDINI, M., D. C. NGUYEN, *et al.* Tool-Supported Development with Tropos: The Conference Management System Case Study. En: M. Luck and L. Padgham (editores). Agent-Oriented Software Engineering VIII. Toronto: LNCS, 2008. 4951. p. 182-196.
- PAVON, J., C. SANSORES, *et al.* Modelling and simulation of social systems with INGENIAS. International Journal of Agent-Oriented Software Engineering, 2008, 2: p. 196-221.
- PRESSMAN, R. Software Engineering: A Practitioner's Approach. New York, McGraw-Hill Higher Education., 2010. 928 p.
- RUMBAUGH, J., I. JACOBSON, *et al.* The unified modeling language reference manual. Addison Wesley, 1999. 539 p.
- VEGA, I. D. L. Tipología de Observatorios de Ciencia y Tecnología. Los casos de América Latina y Europa. Revista española de documentación científica, 2007, 30: p. 545-552.
- WOOLDRIDGE, M. An Introduction to MultiAgent Systems. Great Britain, John Wiley & Sons, 2009. p.
- YU, E. S. Modelling Strategic Relationships For Process Reengineering Doctoral, University of Toronto, Canada, 1995.
- YU, E. S. Social Modeling and i*. En: J. Mylopoulos (editores). Conceptual Modeling: Foundations and Applications. Toronto: Springer, 2009. p. 99-121.
- YU, E. S., P. GIORGINI, *et al.* Social modeling for requirements engineering. Massachusetts, Mit Press, 2011. 710 p.