

Gestión de Preferencias de Requerimientos basada en Técnicas Cognitivas

Nadina Martínez Carod and Alejandra Cechich
Departamento de Ciencias de la Computación
Universidad Nacional del Comahue, Neuquén, Argentina
{namartin,acechich}@uncoma.edu.ar

Abstract

Defining software requirements depends on, among other things, the identification, specification, construction and analysis of goals, which capture needs and objectives of the system under consideration. Goal-Oriented Analysis Methods are based on goal refining and goal decomposition. Goals at higher level are customer needs, and they refine until they reach software requirements. Goal-Oriented Analysis (GORA) Methods result in AND-OR goal graphs where each node is a goal. The graph also shows different abstraction levels needed for requirements comprehension. The goal analysis involves conflict resolution among stakeholders, which implies a negotiation process. Our work focuses on stakeholders' preferences as key aspects of negotiation, whereas we use cognitive informatics as negotiation support. In this paper, we introduce an extension of GORA graphs by capture cognitive values that might help reach commitment among stakeholders.

Keywords: Software Requirements Prioritization, Goal Oriented Analysis, Cognitive Informatics, Requirements Elicitation

Resumen

La definición de requerimientos de software depende en gran parte de la identificación, especificación, construcción y análisis de objetivos. Los objetivos capturan las metas y necesidades del sistema bajo consideración. Los métodos de análisis orientados por objetivos se basan en la descomposición y el refinamiento de objetivos. Parten de necesidades y deseos de clientes hasta la obtención de los requerimientos de software. En general resultan en grafos de objetivos AND-OR donde cada nodo es un objetivo. Estos grafos van mostrando además distintos niveles de abstracción necesarios para la real comprensión de los requerimientos. El análisis de objetivos involucra, a su vez, la resolución de conflictos emergentes entre stakeholders, lo que implica un proceso de negociación. Nuestro trabajo está enfocado en las preferencias de los stakeholders como aspectos fundamentales de la negociación, para lo cual utilizamos la informática cognitiva como soporte a dicha negociación. En este artículo, extendemos los grafos de objetivos incluyendo valores cognitivos que podrían ser de ayuda en el proceso de negociación de requerimientos.

Palabras claves: Prioridades en Requerimientos de Software, Análisis Orientado a Objetivos, Informática Cognitiva, Elicitación de Requerimientos

1. Introducción

En los procesos de elicitación de requerimientos, los stakeholders (personas involucradas en un proceso de elicitación como usuarios, analistas, desarrolladores y clientes) tienen diferentes expectativas con respecto al sistema a desarrollar, ya sea por opiniones diferentes o por conflicto de intereses. Esto es debido a que basados en un mismo criterio, cada stakeholder da a cada concepto

un valor preferencial diferente, de acuerdo a sus necesidades y conocimientos. En particular, y considerando requerimientos de un sistema o desarrollo, las diferencias entre stakeholders llevan a conflictos que deben subsanarse. Los conflictos suelen producirse [15] por diferencias tanto en interpretaciones de requerimientos (por ausencias, inconsistencias o diferencias) como en consideraciones sobre la importancia de cada requerimiento.

Las inconsistencias entre requerimientos se producen cuando un stakeholder considera que un requerimiento debe existir y otro stakeholder considera lo contrario; o cuando existe un requerimiento que se contrapone con otro considerado por algún stakeholder. En estos casos es indispensable resolver estas inconsistencias antes de modelar el problema. Cuando dos o más stakeholders interpretan de diferente manera un mismo requerimiento existe lo que se denomina *discordancia de interpretación*. En estos casos el analista debe trabajar en forma grupal, permitiendo el intercambio de información entre stakeholders tratando que todas las personas den el mismo sentido semántico a cada ítem.

Existen situaciones en las que dos o más stakeholders, con una interpretación similar de un mismo requerimiento, lo evalúan diferente. En estos casos hay que mediar para obtener una evaluación en común que mejor satisfaga a los stakeholders con más incidencia en dicho requerimiento.

Para controlar las inconsistencias de requerimientos existen diferentes alternativas: por ejemplo el método GBRAM (Goal-Based Requirements Analysis Method) [1] analiza obstáculos para evitar inconsistencias; en el marco de trabajo KAOS (método formal y riguroso basado en Inteligencia Artificial) [29][4] se utilizan las restricciones de obstáculos para satisfacción de objetivos; y el enfoque propuesto por [23] realiza un análisis de correlación para descubrir incidencias positivas o negativas de objetivos. Para cubrir el caso de los requerimientos discordantes de interpretación se utilizan metodologías de negociación [25][9][12] que consideran acuerdos entre los stakeholders. El primer paso en estas metodologías es mantener un idioma común, lo que requiere que todos los ítems tengan el mismo significado para el total de los stakeholders. El proceso de negociación involucra además priorizar los requerimientos y seleccionar el conjunto de requerimientos a satisfacer.

En los casos de ausencia de requerimientos, el trabajo del analista es ayudar, lo máximo posible, a que los stakeholders detecten los puntos faltantes. En muchos casos la visualización de los requerimientos en metodologías con gráficos o diagramas ayuda a detectar requerimientos que no fueron considerados [13][18][5]. También los métodos como [1][16][17][23], que involucran la descomposición de objetivos, facilitan a los stakeholders a detectar fácilmente requerimientos ausentes al mostrar cómo se va realizando la descomposición.

La evaluación de los requerimientos conlleva un proceso de definición de prioridades entre los mismos. El proceso es bastante complejo, ya que se va complicando al incrementarse la cantidad de requerimientos del sistema a desarrollar. Se pueden utilizar distintas técnicas para definir prioridades en los requerimientos [18][26]. En [20], hemos presentado un marco comparativo, en particular evaluando once de esas técnicas. Para resolver las diferencias en las evaluaciones de los requerimientos, se puede trabajar con una figura mediadora, como el analista, que será el que decide la evaluación final a partir de diferentes evaluaciones; o bien se puede arribar a una evaluación global que se obtenga a partir de las evaluaciones hechas por cada uno de los stakeholders. Esta última opción es hacia la cual nos enfocamos en este trabajo.

Nuestra propuesta intenta mejorar el proceso de evaluación de requerimientos mediante el agregado de factores cognitivos al proceso de elicitación y asignación de prioridades. La Ingeniería Cognitiva es un enfoque interdisciplinario que recurre a disciplinas de la Psicología Cognitiva y de Ciencias de la Computación, a efectos de desarrollar principios, métodos, herramientas y técnicas que guíen el desarrollo de sistemas computarizados para soportar el rendimiento humano. Para esto en

particular tiene en cuenta funciones cognitivas, tales como la resolución de problemas, razonamiento, toma de decisiones, atención, percepción y memoria [24]. Algunos trabajos relacionados hacen uso de técnicas cognitivas para la mejora de procesos de la ingeniería de software; por ejemplo, la propuesta en [22] usa estilos cognitivos como un mecanismo para la selección de personas abocadas a tareas de inspección de software; o la propuesta en [2] usa estilos cognitivos para mejorar la selección de herramientas de trabajo en grupo (groupware) durante el proceso de elicitación de requerimientos distribuido. Nuestro trabajo consiste en aplicar parte de la Psicología Cognitiva – los llamados *estilos cognitivos* – durante el proceso de elicitación de requerimientos y a partir de métodos orientados a objetivos con el fin de mejorar el grado de consenso durante el proceso de priorización de requerimientos.

Para ello, partimos del modelado de objetivos (goals), que son mecanismos lógicos para identificar, organizar y justificar requerimientos de software [1]. Los objetivos son necesarios ya que definen con suficiente completitud una especificación de requerimientos, además son excelentes en la detección de conflictos entre los stakeholders facilitando la forma de resolverlos. Nuestra propuesta extiende el modelado de objetivos incorporando aspectos cognitivos a la evaluación y priorización de los mismos.

Este trabajo está diagramado de la siguiente manera: la sección 2 introduce brevemente los estilos cognitivos y explica las características de nuestra técnica para resolución de conflictos, incluyendo una breve referencia al modelado de objetivos. La sección 3 explica la forma en que se administra la gestión de preferencias en dicha técnica. La sección 4 presenta un caso de estudio. Finalmente, se resumen conclusiones y trabajo futuro.

2. Una Estrategia Cognitiva para la Resolución de Conflictos

2.1 Estilos Cognitivos

La informática cognitiva se describe en [27] como el estudio de lo cognitivo, relacionando las ciencias cognitivas y la informática [31][32] de dos maneras: utilizando técnicas de computación para investigar problemas cognitivos como memoria, aprendizaje, pensamiento y utilizando teorías cognitivas para investigar problemas de ingeniería de Software. Parte de la psicología cognitiva son los estilos cognitivos, basados en la teoría de Jung [14] la cual clasifica las preferencias de las personas sobre percepciones, juicios y procesamiento de la información. Para entender los diferentes modelos de estilos, es conveniente recordar que las personas se relacionan de acuerdo a construcciones, las cuales responden a diversos factores como la edad, experiencia, psicodinámica interna, madurez, cognición, etc. Cada individuo tiene un abordaje predominante que utiliza para percibir, entender, y planear sus interacciones. Dado que el mundo presenta continuamente cantidades enormes de información, el sujeto debe utilizar su estilo de selección, el cual constituye su propio punto de vista.

Como los estilos cognitivos, los modelos de estilos de aprendizaje -Learning Style Models (LSM), son una técnica del campo de la psicología y están basados en observaciones. Clasifican las personas de acuerdo a un conjunto de características sobre la manera en que reciben y procesan la información y son utilizados para mejorar la manera en que las personas aprenden una tarea o labor. Existen diferentes clasificaciones de las estrategias cognitivas que una persona puede emplear en el proceso de elicitación, concernientes a la categorización de los estilos de aprendizaje y en todas ellas se sobreponen las características de unos sobre otros. De esta forma más que considerarse como estilos totalmente definidos, deben considerarse como preferencias o predominios. En [19] se presenta una analogía entre stakeholders y roles en LSMs y consiste en la adaptación de este tipo de modelos a grupos de trabajo en un proceso de elicitación ya que durante el mismo todos los stakeholders “aprenden” uno de otros. Esto es que un stakeholder puede jugar el rol de instructor o

estudiante alternativamente dependiendo de lo que se esté realizando en el momento en que se está llevando a cabo una tarea. Las preferencias por las distintas estrategias de elicitación dependen en buena medida de la forma de ser y de pensar del stakeholder. El objetivo de la investigación de los estilos de aprendizaje es encontrar grupos de personas que utilicen patrones similares de percepción y de interpretación de situaciones. Basándonos en esta información, debemos ser capaces de ajustar los ámbitos del proceso de elicitación para hacerlo más eficiente.

2.2 Características de la Estrategia

Un subconjunto de los métodos orientados a objetivos [1][4][16] [17] desarrolla, como parte del método, un grafo de descomposición de objetivos. En general estos métodos parten de objetivos iniciales, que podrían ser las necesidades de los clientes. Cada objetivo es descompuesto generalmente, en objetivos más específicos (sub-objetivos). Los sub-objetivos son conectados con sus objetivos padres con líneas con direccionamiento. Existen dos tipos de descomposición: La descomposición AND, donde un objetivo se satisface si todos los sub-objetivos correspondientes a ese objetivo se satisfacen. Y la descomposición OR, cuando al menos un sub-objetivo se satisface el objetivo padre se satisface. La descomposición de objetivos puede continuar en varios niveles diferentes de abstracción creando una jerarquía. Existen muchas situaciones, incluso en que un sub-objetivo podría ser parte de más de un objetivo.

Esta estrategia complementa cualquier técnica de elicitación orientada por objetivos tomando como inicio un único grafo AND-OR resultante de la aplicación de la técnica orientada por objetivos utilizada. Partiendo de dicho grafo, el analista junto con cada stakeholder discuten el grafo global, modificándolo y creando una vista parcial de dicho grafo de acuerdo a las apreciaciones del stakeholder. Luego, a partir de las modificaciones establecidas en los grafos parciales, se ajusta el grafo global y se verifica el nivel de disidencia entre las vistas parciales y la global de acuerdo a los objetivos generales y finales. En caso de que el valor de disidencia sea elevado se vuelve a realizar todo el análisis, guardando en un software de soporte las objeciones de los expertos a los valores asignados. Este proceso es iterativo hasta llegar a un mínimo de acuerdo entre los stakeholders.

Nuestro método extiende el grafo AND-OR de objetivos agregándole un valor a la percepción de los stakeholders con respecto al objetivo en sí mismo y con respecto a la técnica de elicitación utilizada en la obtención de cada objetivo. Así, el grafo global del sistema estará compuesto por un grafo de objetivos, donde cada objetivo tiene adjunto la técnica de elicitación utilizada en el mismo o la considerada más apropiada para utilizar. Aquellos objetivos que no tienen proceso de elicitación, se considerarán con la misma técnica que la de su objetivo-padre. Si tienen más de un objetivo padre, o si difieren en algo al objetivo padre, este subobjetivo deberá tener adosado la técnica de elicitación utilizada. Cada stakeholder tiene una visión parcial donde se deberán mostrar además aquellos objetivos que los stakeholders no están autorizados a definir, con una explicación de la razón por la cual no está autorizado.

Dado que nuestra meta es definir el grado de preferencia de las personas por ciertas técnicas con diferentes características de trabajo, analizamos sólo las técnicas con mayor utilización en el proceso de elicitación, según Hickey & Davis [11] (ver Figura 1). Esto puede ser ampliado utilizando cualquier técnica de elicitación no considerada por el momento.

Partimos de una lista predefinida de objetivos del sistema, que son las necesidades de los usuarios, y de una lista de stakeholders con información de los mismos. De acuerdo a las preferencias de los stakeholders obtendremos la tendencia de cada stakeholder con respecto a las técnicas de elicitación. Llegamos así a una nueva ponderación que llamaremos carga cognitiva la cual determina el grado de “satisfacción” del stakeholder por la técnica que se utilizó para elicitar tales objetivos.

Sin embargo, por más que el stakeholder se sienta “a gusto” con la técnica de adquisición del requerimiento, si éste no ha comprendido suficientemente lo que se busca con dicho objetivo, su opinión no va a tener el mismo peso que la de otro individuo que sí lo haya comprendido y analizado. Entonces, incorporamos una nueva valuación que será el *valor cognitivo*; valor comprendido entre 0 y 1, que representa el grado de acuerdo de un stakeholder sobre un objetivo determinado y depende de su perfil cognitivo – representando el grado de comprensión alcanzado debido a su perfil relacionado con las características de la/s técnica/s de elicitación.

En resumen, el peso cognitivo asignado por cada stakeholder a cada subobjetivo estará dado por el perfil cognitivo del stakeholder en relación a la técnica de elicitación utilizada en ese objetivo o subobjetivo.

La siguiente figura muestra como ejemplo la vista parcial del proceso de elicitación para un cierto stakeholder, donde las elipses representan cada uno de los objetivos, los rectángulos son las técnicas utilizadas o posibles de utilizar por cada uno de los objetivos y los valores son las valuaciones asignadas por ese stakeholder para cada objetivo. Vemos que el objetivo *I* y *J* heredan la técnica de elicitación adosada al objetivo *G* que es prototipación. En la misma figura vemos que el objetivo *D* tiene más de una técnica de elicitación (casos de uso y lluvia de ideas). El objetivo *E* no debe ser evaluado por este stakeholder y la razón está especificada en el llamado de dicho nodo. El objetivo *H* tiene adosada una matriz de preferencia [15][16] con los valores que están recuadrados.

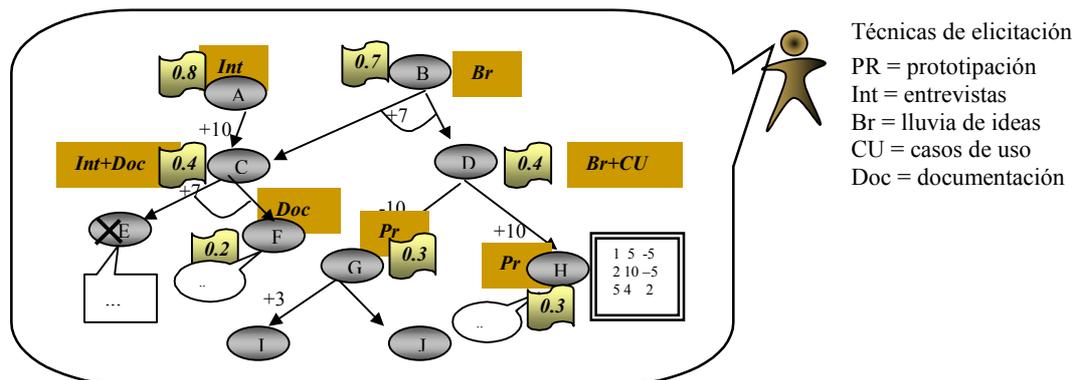


Figura 1 -Grafo de objetivos extendido

La persona que juega el rol del facilitador es la que corroborará el estado con los valores asignados por cada stakeholder, indicando el valor resultante, producto de las características cognitivas de cada stakeholder en cada uno de los objetivos de acuerdo a la/s técnica/s de elicitación utilizada/s. Ahora, visto desde el punto de vista de un objetivo, su valor estará compuesto por las valuaciones de todos los stakeholders. Una descripción más detallada de la técnica, incluyendo su descripción formal, puede verse en [21].

3. Determinación del valor cognitivo

La determinación del valor cognitivo estará influenciada por las preferencias de los stakeholders. Para ello se necesita una administración o gestión de esas preferencias. Luego de analizar varios modelos de aprendizaje, encontramos que el modelo propuesto por Felder-Silverman [19] (F-S) es lo suficientemente general y adoptamos ese modelo en la gestión de preferencias. En el modelo de F-S [7], las personas, de acuerdo a las características de comportamiento [6][8], pueden caer dentro de una categoría u otra dependiendo de las circunstancias, donde las categorías a las cuales nos

vamos a remitir son: perceptivo/intuitivo, visual/verbal, activo/reflexivo, y secuencial/global. Las preferencias pueden ser *fuertes, moderadas o leves*. Sólo cuando una persona tiene una preferencia fuerte, puede ser categorizada dentro de un cierto grupo. Para determinar preferencias dentro de las subcategorías *perceptivo/intuitivo, visual/verbal, activo/reflexivo, secuencial/global* se utiliza un instrumento que es el Índice de Estilos de Aprendizaje (Index Learning Styles). El ILS es un test compuesto por 44 preguntas cuya versión online se encuentra en [28]. Mediante su aplicación, obtendremos las características personales del stakeholder, que nos darán una idea acerca de sus preferencias y de la manera en que dicho stakeholder procesa la información.

La gestión de preferencias se realiza en dos etapas bien diferenciadas. La primera, cuando se obtienen las preferencias predominantes de cada técnica de elicitación teniendo como base el comportamiento de cada persona. Y la segunda, cuando las preferencias se analizan estadísticamente en conjunto con una muestra grande de personas agrupando características similares. Luego, se debe obtener las características de comportamiento de cada stakeholder en función del modelo de Felder-Silverman y a partir de la información de las estadísticas generadas, se pueden obtener las preferencias de esa persona respecto a la técnica de elicitación en particular. La razón por la cual la obtención de la técnica de elicitación apropiada para una persona a partir de estadísticas es más cercana a la realidad que por un cuestionario es que en general los usuarios o clientes ya sea por desconocimiento, mala información, o experiencia negativa, desconocen su preferencia respecto de las técnicas de elicitación. En particular podemos asegurar que el valor cognitivo será más cercano a la realidad cuando mayor sea la muestra para la obtención de preferencias.

Como la negociación debe ser realizada considerando varios stakeholders, el problema radica en cómo se seleccionarán las preferencias de los mismos, o bien a quién se considerará con mayor relevancia para dicha selección. A tal efecto se estudiaron posibles variantes, la primera [10] da mayor preponderancia a las preferencias del analista, [2] la segunda considera más importante las preferencias en común de la mayoría y la tercera considera sólo las preferencias más marcadas, dejando sin efecto las demás preferencias.

Partimos de la función selectora π de Hickey & Davis [10] que se basa en las preferencias del analista. El problema de esta función de selección es que puede suceder que los stakeholders en general se sientan incómodos con esta preferencia, y por ende la comunicación no sea óptima, lo que traería como consecuencia resultados poco satisfactorios. Como ejemplo supongamos que el analista sea, de acuerdo al índice ILS, levemente reflexivo, y fuertemente verbal, por lo que preferiría escuchar opciones, tal vez por medio de entrevistas o lluvia de ideas. Pero si los stakeholders tienen fuerte preferencia visual y son fuertemente activos, las preferencias entre el analista y el segundo grupo se contraponen, con lo que stakeholders y analista no se sentirán cómodos. El resultado no será tan confiable como si la elicitación se hubiera realizado con técnicas más acordes al grupo.

Por ello, extendemos la función selectora, llamada ahora π^* , para realizar un análisis de preferencias de cada stakeholder obteniendo la propuesta más representativa entre los mismos. Si bien esto permite que la generalidad de los stakeholders esté en conformidad con la técnica utilizada, todavía existe la posibilidad de que algunos stakeholders sean parte de una minoría no representada. Surge así la función selectora π^{**} . En este caso puede suceder que la mayoría no tenga una fuerte preferencia, y en cuyo caso, se podrían elegir técnicas con fuerte “rechazo” para un grupo minoritario, en perjuicio del resultado general.

La función π^{**} mejora a la anterior considerando el grado de preferencia de los stakeholders. Esta mejora toma en cuenta las preferencias fuertes dejando sin efecto las preferencias moderadas o leves, lo que optimiza los resultados de las dos funciones previas ya que el grado de comodidad o

incomodidad es mucho más marcado en preferencias fuertes que en moderadas o leves. En estos casos, se priorizan los rechazos o deseos de los stakeholders con fuertes preferencias, de esta manera se pueden suavizar las preferencias no deseadas de stakeholders con preferencias no fuertes.

El análisis se realiza considerando los casos extremos, en los cuales las personas poseen características muy definidas. Los casos extremos serían los que están dentro de las categorías *fuertes* de cualquier subcategoría del modelo F-S. Sobre estos casos se calcula la inclinación por medio de porcentajes y sumatorias: se suman los porcentajes de las personas con fuerte preferencia que consideraron una técnica determinada dentro de las técnicas preferidas y se restan los porcentajes con fuerte preferencia que consideran a dicha técnica como inapropiada, dejando sin considerar los casos para los cuales la técnica es indiferente. La estadística de preferencias genera un valor estipulado para todas las técnicas de elicitación evaluadas de acuerdo a las preferencias fuertes en un grupo de personas.

Al terminar el análisis de acuerdo a las predominancias, tendremos valores para cada una de las técnicas de elicitación. En la Tabla 1 mostramos como ejemplo personas fuertemente activas y visuales con valores determinados para tres técnicas de elicitación.

Predominancia	Técnica de elicitación	Valor
<i>Activo</i>	Casos de uso	0.53
	Documentación	0.78
	Entrevistas	0.27
<i>Visual</i>	Casos de uso	0.83
	Documentación	0.65
	Entrevistas	0.42

Tabla 1. Valores de preferencias para algunas técnicas de elicitación según perfiles activo/visual

Una vez generadas las estadísticas de preferencias, estas quedarán con valores que podrán ser utilizados por varios proyectos. En el momento que se decida, los valores pueden ser regenerados.

En síntesis, para cada una de las categorías del Modelo F-S se considera sólo las personas con fuerte predominancia en dicha categoría, (lo que equivale a decir fuertemente perceptivo, fuertemente intuitivo, ídem en el caso de visual/verbal, activo/reflexivo, y secuencial/global). De esa cantidad de personas y para una técnica de elicitación en particular se suman la cantidad de personas que la consideraron preferida y se restan las que la consideraron inapropiada.

Dicho de otra manera el valor en cognitivo para las personas con categoría fuerte “ FC ” correspondiente a una técnica de elicitación “ j ” está dada por la formula:

$$V(FC_c[tec_j]) = \frac{1}{n} \left(\sum_{i=1}^n FC_c[+tec_j] - \sum_{i=1}^n FC_c[-tec_j] \right),$$

donde $[+tec_j]$ significa preferencia por la técnica de elicitación “ j ” y $[-tec_j]$ significa fuerte rechazo por dicha técnica de elicitación.

4. Caso de estudio

Tomamos como ejemplo el sistema de inscripción en el impuesto de Ingresos Brutos a realizarse en Rentas de la Provincia de Neuquén, Argentina.

Previo a analizar el sistema se realizó la adquisición de valores de preferencia. Primero se analizó una muestra relativamente chica, cuyo resultado fue que para algunas técnicas no se podía obtener el valor preferido al no ser consideradas ni preferidas ni inapropiadas por personas con fuerte

preferencia por una categoría. Por lo que se determinó que la muestra debía ser extensa. En particular se prefirió que la determinación de preferencias se realice con perfiles variados en edad, conocimientos técnicos e informáticos, utilizando también personas que trabajan en dominios con organización similar.

El objetivo principal del sistema es “Inscribir una persona física o jurídica en ingresos brutos para ejercer una actividad”. Adicionalmente, se debe llevar la documentación requerida, el sistema debe calcular el monto fijo a pagar de acuerdo a la actividad del negocio/servicio, se debe llenar un formulario de acuerdo a los ingresos y se inscribe en ingresos brutos. A partir de allí todos los meses se debe pagar a mes vencido un porcentaje de acuerdo al monto de facturación.

La Figura 2 muestra parte del grafo AND/OR correspondiente a un momento dentro del proceso de elicitación. Es importante destacar en la figura que los objetivos son las elipses. Los rectángulos grises con bordes están compuestos por los vectores de *Valor* (V) y de *Peso Cognitivo* (PC) para todos los stakeholders. En este ejemplo V_a es el vector de valores del nodo a para cada uno de los stakeholders. V_a está compuesto por los valores $(v_1, v_2, \dots, v_{i-1}, v_{i+1}, \dots, v_n)$. Lo que significa que todos los stakeholders, salvo el stakeholder i determinaron el valor asignado a dicho objetivo. De la misma manera el PC_a es el vector de pesos cognitivos. Donde $PC_a = (pc_1, pc_2, \dots, pc_{i-1}, pc_{i+1}, \dots, pc_n)$. Ambos vectores son añadidos a los objetivos en el grafo global.

Los otros rectángulos coloreados especifican, por medio de abreviaturas, los métodos de elicitación a utilizar por el analista. En nuestro ejemplo tenemos que el objetivo e que es “verificar documentación” está considerado con dos técnicas de elicitación, las cuales están separadas por el signo $+$. Las técnicas de elicitación del ejemplo son PR (prototipación), Int (entrevistas), Br (lluvia de ideas), CU (casos de uso), y Doc (documentación). Los objetivos que no tienen adosada una técnica de elicitación, como el objetivo *Rapidez*, conservan la adosada a su objetivo padre (Int). Cada uno de los vectores Valor está determinado de acuerdo a los valores establecidos por los stakeholders para un objetivo. El valor del vector V_e , estará compuesto por los valores de todos los stakeholders considerados para el objetivo *Verificar Documentación*. Los vectores de *Peso Cognitivo* se determinan a partir de los valores de preferencia.

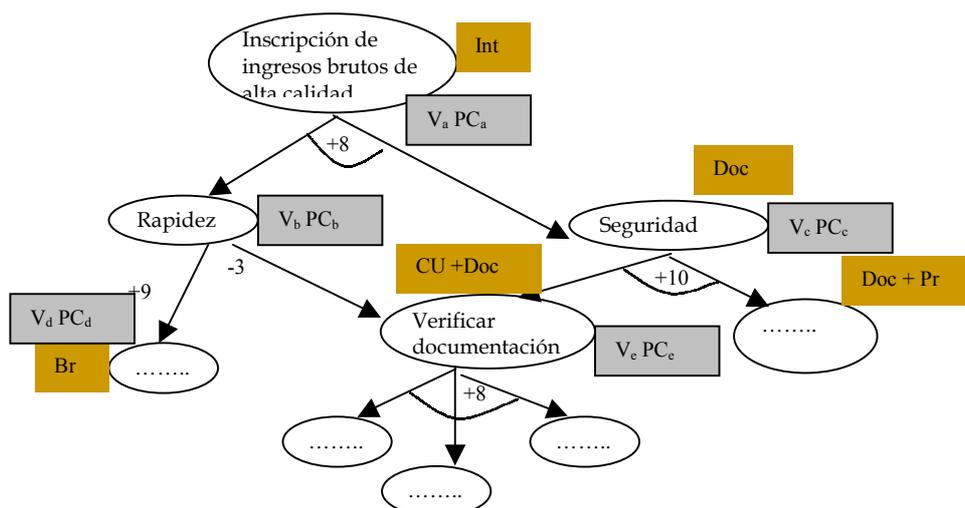


Figura 2. Parte del grafo extendido del caso de estudio “Inscripción a Ingresos Brutos”

¿Cómo se utilizan los valores de preferencia en la determinación de los Pesos Cognitivos?

Sucedieron las siguientes situaciones:

- 1 La situación más simple fue para la persona p_4 en el objetivo inicial obj_a con los vectores $(V_a PC_a)$. Dicha persona tiene una fuerte preferencia visual y dicho objetivo fue adquirido

mediante la técnica de elicitación *Int*. En este caso la determinación del valor cognitivo para esa persona fue dada por $V(FVi[Int])$. Considerando la tabla se determina de acuerdo al valor ubicado en la preferencia *visual* para la técnica *Int*, entonces

- $PC(p_4, obj_a) = V(FVi[Int]) = 0.42$. Este valor indicaría el grado de afinidad de p_4 correspondiente a la técnica de elicitación *Int* (considerando 1 como lo óptimo).
- 2 El caso de p_2 , quien tiene fuerte predominancia por más de una categoría (*visual y activa*), para el mismo objetivo obj_a , (adquirido por una única técnica de elicitación). En este caso la persona utilizaría sus características más afines a la técnica realizada, es por ello que se elige el máximo valor entre las dos características para la misma técnica.
- $PC(p_2, obj_a) = \text{Max}(V(FAc[Int]), V(FVi[Int]))$
 $PC(p_2, obj_a) = \text{Max}(0.27, 0.42) = 0.42$. Este valor indicaría que frente a dos características de una persona, ésta usará aquella con la cual se sienta más cómoda en una técnica de elicitación (*visual* en este caso).
- 3 La tercer situación fue nuevamente para p_4 pero considerando el objetivo obj_e . En estos casos el mismo objetivo se realiza por más de una técnica, donde cada técnica complementa a otra técnica (se detectan situaciones que no se podrían observar de otra manera). Aquí se realiza la media de los valores de todas las técnicas utilizadas. La persona es fuertemente *visual* y el objetivo fue obtenido por *Casos de uso y Documentación*.
- $PC(p_4, obj_e) = (V(FVi[CU]) + V(FVi[Doc])) / 2$
 $PC(p_4, obj_e) = (0.83 + 0.65) / 2 = 0.74$. Este valor indicaría que si bien una de las técnicas es más preferida de acuerdo a las características de una persona, al utilizar varias técnicas la información resultante se verá afectada por la preferencia asociada a las otras técnicas – será una media de la suma de las mismas.
- 4 El caso de p_2 considerando el objetivo obj_e fue la siguiente situación. La persona tiene fuerte predominancia por más de una categoría y el objetivo fue adquirido por más de una técnica de elicitación. En estos casos el valor cognitivo será la media del mayor valor de las técnicas de elicitación que tuvieron intervención, para las predominancias que posea la persona. El objetivo se obtiene por *Casos de Uso y Documentación*, y la persona tiene fuerte predominancia *activa y visual*, entonces el peso cognitivo de dicha persona es:
- $PC(p_2, obj_e) = (\text{Max}(V(FAc[CU]), V(FVi[CU])) + \text{Max}(V(FAc[Doc]), V(FVi[Doc])) / 2$
 $PC(p_2, obj_e) = (0.83 + 0.78) / 2 = 0.805$. Este valor indicaría que en cada una de las técnicas de elicitación, la persona utiliza aquellas características de mayor afinidad acorde a la técnica.

Por lo tanto el grafo de objetivos global variará no sólo a las valuaciones de cada stakeholder sino el peso cognitivo, por lo que resultará en un análisis más robusto.

Esta estrategia también puede ser utilizada para elegir qué técnicas podrían ser viables para una buena comunicación entre las partes. En particular se podría realizar ensayos en los que el analista “probara” que incidencia tendría el cambiar una técnica por otra, siempre y cuando la técnica sea posible (no tendría sentido utilizar por ejemplo una técnica de *brainstorming* cuando parte del grupo de trabajo no puede conciliar momentos comunes para la técnica). Si bien lo óptimo para elicitar cada objetivo sería utilizar todos los métodos de elicitación posibles, para mejorar el peso cognitivo asignado por cada persona, esto sería inviable por una cuestión de recursos (tiempo, dinero y

personas). Entonces una vez más hay que encontrar un equilibrio entre las técnicas de elicitación utilizadas y los resultados obtenidos a partir de ellas, es decir hay que considerar el punto justo de costo-beneficio al obtener mejores valores de preferencia cambiando técnicas o agregando nuevas.

Si bien esta metodología está pensada para ser utilizada en todos los objetivos dentro de un grafo de objetivos, para elicitar requerimientos con más criterio, se podría considerar sólo aquellos objetivos en conflicto, en aplicaciones de gran envergadura, cuyas dimensiones excedan las posibilidades de utilizar este método en todos los objetivos. También sirve para, en los casos de tipo OR, considerar la prioridad de los objetivos, para definir qué objetivo implementar primero e incluso no implementar. También se podría definir desarrollar ciertos objetivos en versiones posteriores de un determinado desarrollo. En cualquier caso, si se utilizara lo cognitivo en todos los objetivos, se aseguraría mayor entendimiento de cualquiera de los objetivos, tengan o no tengan conflictos.

5. Conclusiones

Las tareas involucradas en la elicitación de requerimientos tienen un carácter esencialmente colaborativo, y participan en ella varios stakeholders con distintas especialidades y conocimiento heterogéneo. Por tal motivo, es de suponer que aparecerán conflictos entre los stakeholders. Para sobrellevar esta situación planteamos una estrategia de resolución de conflictos que prioriza valuaciones de cada stakeholder de acuerdo a su perfil cognitivo mediante una clasificación del comportamiento de las personas utilizando estilos de aprendizaje. Nos inclinamos por aspectos cognitivos, no desde el punto de vista de la adquisición de conocimiento, sino de las características de los stakeholders. Nuestro trabajo intenta mejorar el proceso de elicitación de requerimientos, a partir de métodos orientados a objetivos, utilizando los mecanismos de información afectan el comportamiento humano.

Nuestra estrategia se basa principalmente en preferencias en técnicas de elicitación y perfiles cognitivos como elementos para solucionar valuaciones diferentes de un mismo requerimiento. La estrategia puede ser aplicada como complemento de técnicas orientada por objetivos, donde la gestión de preferencias nos ayudará a obtener el valor cognitivo de una persona por un determinado objetivo siguiendo alguna posible técnica de elicitación – y consecuentemente mejorará el análisis del grado de consenso obtenido. Sin embargo, es necesario validar más extensamente la propuesta. Para ello, estamos desarrollando herramientas de soporte al cálculo y definiendo casos de estudio usando esas herramientas. Esperamos que ambos resulten en beneficios al proceso de negociación de requerimientos en la práctica.

Agradecimientos

Este trabajo es resultado del proyecto de investigación UNComa 04/E059 (Mejora del Proceso de Desarrollo de Software Basado en Componentes).

Referencias

- [1] Antón A. “*Goal Based Requirements Analysis*” In Proceedings of the 2nd International Conference on Requirements Engineering (ICRE '96) IEEE software April 15 - 18, 1996
- [2] Aranda G. et al. “*A Cognitive-Based Approach to Improve Distributed Requirements Elicitation Processes*”, In Proceedings of the Second IEEE International Conference on Cognitive Informatics (ICCI'05), 2005.
- [3] Boehm B.W., Grünbacher P., Briggs B. “*Developing Groupware for Requirements Negotiation: Lessons Learned*”. IEEE Software, May/June 2001, pp. 46-55.
- [4] Dardenne A., van Lamsweerde A., and Fickas S, 1993. “*Goal-directed Requirements Acquisition*”. Science of Computer Programming Vol. 20, pp. 3-50.

- [5] Edwards, W. and Barron, F.H., "SMARTS and SMARTER: Improved Simple Methods for Multiattribute Utility Measurement", *Organizational Behavior and Human Decision Processes* 60, 1994, pp. 306-325.
- [6] Felder, R.: "Matters of Styles". *ASEE Prism*, vol. 6, no. 4, (1996), pp 18-23.
- [7] Felder R.M. <available at: <http://www.ncsu.edu/felder-public/Papers/LS-Prism.htm>>
- [8] Felder, R., Silverman, L.: "Learning and Teaching Styles in Engineering Education". *Engineering Education*, vol. 78, no. 7, (1988, preface 2002), pp 674-681.
- [9] Grünbacher P. "Collaborative Requirements Negotiation with EasyWinWin" 2nd International Workshop on the Requirements Engineering Process, Greenwich, London IEEE Computer Society, 2000. ISBN 0-7695-0680-1. p9.954-690.
- [10] Hickey, A.M. and Davis, A. "Requirements Elicitation and Elicitation Technique Selection: A Model for Two Knowledge-Intensive Software Development Processes". In 36th Annual Hawaii International Conference on Systems Sciences (HICSS), January 2003, 96-105.
- [11] Hickey, A. and Davis, A. "Elicitation Technique Selection: How Do Experts Do It" in Proceedings of the 11th IEEE International Engineering Conference, 2003.
- [12] In H., Olson D., Rodgers T. "A Requirements Negotiation Model Based on Multi-Criteria Analysis". Fifth IEEE International Symposium on Requirements Engineering (RE '01). August 27-31, 2001. Toronto, Canada.
- [13] In H. and Roy, S., "Visualization Issues for Software Requirements Negotiation", IEEE International Computer Software and Applications Conference (COMPSAC 2001), Chicago, Illinois, USA, pp. 10-15, October 2001.
- [14] Jung CG. "Psychological Types". Pantheon Books, London. Internet. 1923.
- [15] Kaiya H. et al. "Improving the detection of requirements discordances among stakeholders" *Requirements Engineering*, vol.10, no.4, pp.289-303, Dec. 2005
- [16] Kaiya H., Horai H., and Saeki M., "AGORA: Attributed Goal-Oriented Requirements Analysis Method", In Proceedings of the IEEE International Conference on Requirements Engineering, 2002, pp. 13-22.
- [17] KAOS homepage, <http://www.info.ucl.ac.be/research/projects/AVL/ReqEng.html>
- [18] Karlsson, J. and Ryan, K. "A Cost-Value Approach for Prioritizing Requirements". *IEEE Software*, Vol. 14(5): p. 67-74, September/October 1997.
- [19] Martín A., Martínez C., Martínez Carod N., Aranda G., and Cechich A. "Classifying Groupware Tools to Improve Communication in Geographically Distributed Elicitation". IX Congreso Argentino en Ciencias de la Computación, CACIC 2003, La Plata, 6-10 Octubre 2003, (942-953).
- [20] Martínez Carod, N. and Cechich, A. "Classifying Software Requirement Prioritization Approaches". XI Congreso Argentino en Ciencias de la Computación, CACIC 2005, Entre Ríos, 6-10 Octubre 2005.
- [21] Martínez Carod, N and Cechich, A. "A Cognitive Psychology Approach for Balancing Elicitation Goals", Accepted In the Sixth IEEE International Conference on Cognitive Informatics (ICCI'07), California, USA 2007.
- [22] Miller, J. and Yin, Z., "A Cognitive-Based Mechanism for Constructing Software Inspection Teams". *IEEE Transactions on Software Engineering*, 30(11): 2004, 811-825.
- [23] Mylopoulos J., Chung L., Liao S., Wang H., Yu E., "Exploring Alternatives During Requirements Analysis", *IEEE Software*, Jan/Feb 2001, Vol: 18 p 92-96.
- [24] Roth E., Patterson E., Mumaw R. "Cognitive Engineering: Issues in User-Centered System Design". J.J. Marciniak (Ed.), *Encyclopedia of Software Engineering*, 2^o Edition. New York: Wiley-Interscience, John Wiley & Sons, 110-123, 1994.
- [25] Ruhe G., Ebertin A., Pfahl D. "Quantitative WinWin – A New Method for Decision Support in Requirements Negotiation". SEKE'02, Italy, July 2002. ACM.
- [26] Saaty T.L., 1990. "The Analytic Hierarchy Process". McGraw-Hill.
- [27] Shi Z., Shi J.. "Perspectives On Cognitive Informatics". In Proceedings of the Second IEEE International Conference on Cognitive Informatics (ICCI'03), pages 129-137, 2003.
- [28] Soloman B. Felder R., "Index of Learning Styles Questionnaire" <available at: <http://www.engr.ncsu.edu/learningstyles/ilsweb.html>>
- [29] van Lamsweerde, A "From system Goals to Software Architecture". In Proceedings of the SFM. p. 25--43, 2003.
- [30] van Lamsweerde A. "Goal-Oriented Requirements Engineering: A Guided Tour". Source Proceedings of the 5th IEEE International Symposium on Requirements Engineering, (2001)
- [31] Wang Y. "Cognitive Informatics: A New Transdisciplinary Research Field". (2003)

- [32] Wang Y. “*On Cognitive Informatics*”. In Proceedings of the First IEEE International Conference on Cognitive Informatics. (ICCI’02), Calgary, Alberta, Canada, August 2002, pp 34-42