

# Estrategia cognitiva aplicada a la descomposición de objetivos

Nadina Martinez Carod  
[namartin@uncoma.edu.ar](mailto:namartin@uncoma.edu.ar)

Departamento de Ciencias de la Computación - Universidad Nacional del Comahue  
Buenos Aires 1400, Neuquén, Argentina. Fax:(+54) 0299-4490313

## Resumen

*El análisis orientado a objetivos, complementa y fortalece las técnicas tradicionales de análisis de requerimientos. Dentro de los métodos de análisis orientado a objetivos nos concentramos en el grafo de objetivos resultante de la aplicación de este poderoso recurso de la ingeniería de software. Nuestro proyecto pretende utilizar las características de la ingeniería cognitiva con el objeto de mejorar las técnicas de descomposición de objetivos existentes, poniendo énfasis en la manera en que las personas se comunican. Toma como punto de partida el resultado de la aplicación de un subconjunto de métodos orientados a objetivos.*

## 1. Introducción

En la ingeniería de requerimientos (RE), para adquirir conocimiento del dominio de un problema se aplican diferentes técnicas. La elección de la técnica depende del tiempo y recursos disponibles por el analista y por supuesto, de la clase de información que necesita ser capturada. En [Nus00] se han clasificado las técnicas de elicitación en Tradicionales, Grupales, Prototipos, Orientadas por Modelos, y Cognitivas. La necesidad de explorar y evaluar alternativas con respecto a los objetivos del negocio, ha estimulado el análisis orientado a objetivos como elemento de gran repercusión dentro de las técnicas orientadas por modelos.

Los objetivos son las metas a ser cumplidas por el sistema y su entorno y se clasifican en objetivos de sistemas y objetivos de la organización, y deben recorrer un proceso de elicitación, modelización y validación [Lou95]. La elicitación de objetivos concentra al analista en el dominio del problema considerando lo que se quiere resolver, y dejando en segundo plano la manera de hacerlo. La justificación de la utilización de objetivos es que tanto los objetivos de la empresa como los objetivos del sistema son más estables que los requerimientos, los cuales son a menudo difíciles de entender.

Otro factor importante en la utilización de objetivos es que son importantes a nivel contractual, debido a que la definición en términos de objetivos en vez de requerimientos específicos es más entendible y facilita la comunicación por poseer un lenguaje familiar y confortable en la generalidad de las personas.

Un objetivo se descompone en una jerarquía AND/OR de objetivos menos abstractos. Los niveles de jerarquía más bajos representan el modo en el cual un objetivo más abstracto puede ser obtenido. Se dice que un objetivo se satisface cuando hay suficiente evidencia positiva y poca evidencia negativa contra él, y no se satisface cuando hay suficiente evidencia negativa y poca evidencia positiva. Se utiliza un grafo dirigido donde los arcos se etiquetan con + y con - según la influencia positiva o negativa de un nodo hacia otro.

La informática cognitiva (CI), [Chi03], [Shi03], es un área de investigación compuesta por la interacción de varias disciplinas como filosofía, psicología y ciencias de la computación. La CI estudia la computación mediante metodologías cognitivas por un lado y estudia las ciencias cognitivas mediante procesos informáticos por el otro. La CI tiene dos ramas: la primera es la de la inteligencia artificial, y la segunda rama, por la cual optamos, sigue los lineamientos de la ingeniería de software [Rot94]. Bajo este prisma, los aspectos cognitivos están presentes en la mayoría de las actividades de la RE, ya que estos están influenciados por relaciones humanas.

Las personas sienten, piensan y obran de acuerdo a sus características, preferencias y habilidades personales. El estilo cognitivo, en la teoría de Jung, es un parámetro para la clasificación de las preferencias de las personas de acuerdo a la manera en que procesan, incorporan y analizan la información. Al igual que los estilos cognitivos, los modelos de estilos de aprendizaje (Learning Styles Models) [Fel96] clasifican a las personas por la forma en que aprenden, ya sea obteniendo nuevos conocimientos o adquiriendo habilidades. En [Mar03] se muestra la analogía presente entre estudiantes y los roles en un sistema a analizar, ya que todos los roles “enseñan” y “aprenden” eventualmente en algún momento, todas las actividades que conforman el proyecto. De los LSM, estudiamos en particular el modelo de Felder –Silverman [Fel02] por ser un modelo que comprende los lineamientos de los demás. En el modelo de F-S, las personas pueden caer dentro de una categoría u otra dependiendo de las circunstancias. Las preferencias pueden ser fuertes, moderadas o leves. Sólo cuando una persona tiene una preferencia fuerte, puede ser categorizada dentro de un cierto grupo. Normalmente se utilizan las categorías perceptivo/intuitivo, visual/verbal, activo/reflexivo, secuencial/global de las cinco existentes en el modelo. Para categorizar a una persona se utiliza un instrumento denominado Index Learning Styles (ILS). El ILS es un test compuesto por 44 preguntas, el cual considera las cuatro categorías del modelo de estilo de aprendizaje de F-S. La versión online del ILS se encuentra en la Web en la dirección detallada en [Sol].

Nuestra línea de investigación está orientada hacia la utilización de aspectos cognitivos en distintos procesos de la Ingeniería de Software [Ant97] [Mar05]. En particular nos interesamos en la comunicación y la negociación entre los participantes de un proyecto de software. Para ello, proponemos una estrategia para complementar el proceso de obtención de requerimientos de acuerdo a los aspectos cognitivos, teniendo como objetivo definir, para un cierto grupo de personas, técnicas de obtención de requerimientos afines con sus características particulares.

## **2. Estrategia propuesta**

Esta estrategia toma como entrada principal un grafo de objetivos resultado de la aplicación de algún método de análisis de requerimientos orientado por objetivos [Ant97] [Kai02] [Lou95] [Myl05]. La salida del método es el grafo de objetivos mejorado utilizando percepciones de los participantes. Esta metodología hace uso de conocimientos estadísticos adquiridos previamente sobre técnicas de elicitación preferidas y no preferidas de acuerdo a la manera en que las personas perciben el mundo. El nivel de preferencia de cada persona hacia una técnica en particular será la base de la conformación de los pesos cognitivos que se aplican en la descomposición de un grafo de objetivos. La metodología está orientada a definir un proceso de obtención de requerimientos orientado a objetivos que pondere y seleccione preferencias de los participantes en forma semiautomática.

Podríamos dividir el esquema esquematizado en la figura 1 en dos secciones, la primera sección  $\alpha_1$  corresponde a lo que denominamos gestión de preferencias, y comprende el proceso de clasificación de los participantes. Esta sección abarca las etapas 1 y 2. En cambio la sección  $\alpha_2$

corresponde el proceso de variación del grafo de objetivos hasta la obtención del grafo mejorado y comprende las últimas tres etapas. Aplicamos los conceptos de lógica difusa a la primera sección para determinar la preferencia de los participantes con respecto a las técnicas de elicitación. En la segunda sección se podrían aplicar los conceptos de algoritmos genéticos, ya que se van modificando las variables propias del grafo para producir mejores resultados, lo que se realiza hasta llegar a un umbral de aceptación predeterminado.

El proceso completo consta de cinco etapas, cada una de las cuales está compuesta por una o varias actividades.

El objetivo de la primera etapa es obtener una clasificación estadística del nivel de preferencia de las técnicas de elicitación con respecto a las subcategorías del modelo de aprendizaje elegido. Para esto se seleccionó un subconjunto de técnicas de elicitación, teniendo en cuenta aquellas técnicas más utilizadas y referenciadas en la literatura. Si bien utilizaremos las técnicas más usadas por expertos [Hic03], este conjunto de técnicas puede ser extendido en el momento que se desee. Las técnicas mencionadas son: Etnografía, Sesiones colaborativas, Cuestionarios, Prototipación, Documentación Escrita, Modelos, en especial Casos de Uso, Entrevistas, y Lluvia de ideas. El nivel de preferencias de los participantes se clasifica en base a un cuestionario el cual fue diseñado para ser respondido por personas que hayan formado parte de algún equipo de trabajo en análisis de proyectos (en lo posible con una mínima experiencia de 2 años). Los valores de preferencia para cada una de las técnicas se determinan mediante algoritmos difusos.

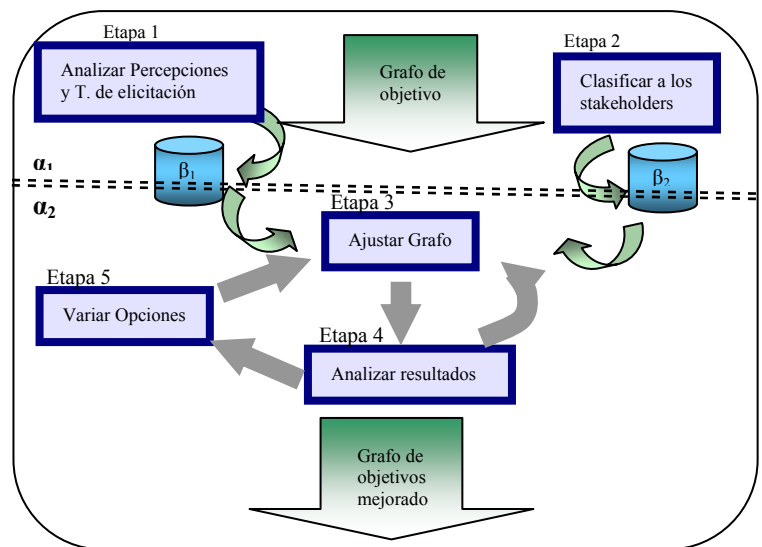


Figura 1

El objetivo de la segunda etapa es obtener una clasificación, de acuerdo al modelo de estilo de aprendizaje [Fel02], de las características de los participantes del proyecto. Se consideró para esto el modelo de Felder – Silverman [Fel96] por ser lo suficientemente representativo. Al aplicar el modelo de F-S a una persona, ésta poseerá grados diferentes respecto a las variables *Activo-Reflexivo*, *Perceptivo-Intuitivo*, *Visual-Verbal* y *Secuencial-Global* con un nivel que puede ser *Fuerte*, *Moderado* o *Leve*. Una persona posee influencia de las cuatro variables mencionadas al mismo tiempo, sin embargo no puede poseer preferencias opuestas. Por ejemplo una persona puede ser al mismo tiempo fuertemente activo, moderadamente intuitivo, levemente visual y fuertemente secuencial, pero si es fuertemente activa, no puede ser reflexiva.

La entrada principal del proceso es el grafo de objetivos resultante de alguna técnica de elicitación orientada a objetivos. Un ejemplo de grafo de descomposición de objetivos tipo AND-OR se puede observar en la figura 2, donde se aprecia los dos tipos de descomposición AND y OR (Ej. el objetivo

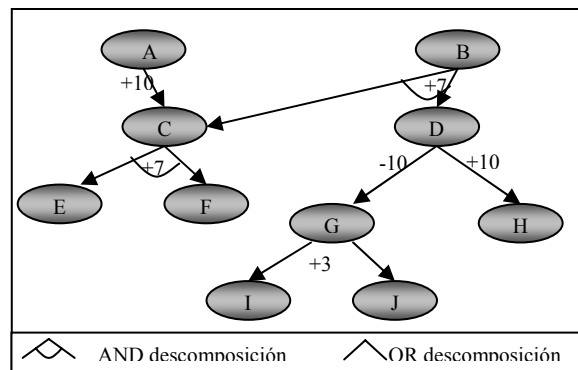


Figura 2

*C* está descompuesto en los objetivos *E* y *F*, y el objetivo *D* está descompuesto en los objetivos *G* o *H*). Otro ítem a observar los objetivos iniciales, los cuales están graficados como los objetivos *A* y *B* de nuestra figura, mientras que los objetivos finales, los que conformarán el conjunto de requerimientos, son los objetivos *E, F, I, J, H* de la figura.

La tercera etapa es la que combina el conocimiento adquirido por las otras etapas. Ajusta del grafo de objetivos entrante, adosando las técnicas de elicitación utilizadas o a utilizar en cada objetivo, así como los pesos asignados por los participantes en cada uno de los objetivos componentes del grafo.

En la cuarta etapa se analizan los resultados junto con el nivel de disidencia y se define si termina el proceso o pasa a la quinta etapa.

La etapa quinta es la que varía las opciones posibles, esto es estipula cambios en las técnicas de elicitación utilizadas o a utilizar en cada uno de los objetivos, luego vuelve a iterar el procedimiento. Esta etapa es la responsable de verificar la compatibilidad de las preferencias de los participantes con respecto a las técnicas de elicitación. La salida de este proceso es un grafo de objetivos optimizado de acuerdo a las características y preferencias de los participantes.

Las últimas 3 etapas se realizan en forma iterativa donde la cantidad de iteraciones estará determinada por una cota predefinida del nivel de satisfacción. La estrategia presentada tiene como fin complementar el análisis orientado a objetivos en pos de mejorar la comunicación entre personas que intervienen, definiendo pesos a las valuaciones determinadas por cada uno de los participantes.

### 3. Conclusiones y trabajo futuro

Si bien en la literatura existen varios enfoques de resolución de conflictos y priorización de requerimientos [Boe01], [Gru00], [Kar97], [Ruh02], [Osh03], [Kai00] pocos consideran la informática cognitiva. En nuestro proyecto analizamos de qué manera la ciencia cognitiva puede ser aplicada para incrementar la calidad de los procesos de la ingeniería de software, debido a que tiene cada vez más repercusión en los procesos de RE. El análisis lo aplicamos en la definición de las bases de un método que defina pesos cognitivos de los participantes en un proyecto de desarrollo de software. Lo cual se realiza complementando los métodos orientados a objetivos existentes.

Nuestro trabajo futuro es la construcción de un protocolo común con el objetivo de permitir a los ingenieros de sistemas la utilización de la propuesta sin importar qué método orientado a objetivos se ha utilizado. La idea es soportar la propuesta con una herramienta semiautomática.

### 4. Referencias

- [Ant97] Antón Annie I, “*Goal Identification and Refinement in the Specification of Software Based Information Systems*”, Ph.D. Thesis, Georgia Institute of Technology, 1997.
- [Boe01] Boehm B.W., Grünbacher P., Briggs B., “*Developing Groupware for Requirements Negotiation: Lessons Learned*”. IEEE Software, May/June 2001, pp. 46-55
- [Chi03] Chiew, V. and Wang, Y., “*From Cognitive Psychology to Cognitive Informatics*”. Second IEEE International Conference on Cognitive Informatics, ICCI’03, London, UK, pp. 114-120.
- [Gru00] 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. pp. 954-690.
- [Sol] Soloman B. Felder R., “*Index of Learning Styles Questionnaire*” <available at: <http://www.engr.ncsu.edu/learningstyles/ilsweb.html>>
- [Fel96] Felder, R., “*Matters of Styles*”. ASEE Prism, vol. 6, no. 4, (1996), pp 18-23.

- [Fel02] Felder, R., Silverman, L., “*Learning and Teaching Styles in Engineering Education*”. Engineering Education, vol. 78, no. 7, (1988, preface 2002), pp 674-681
- [Kai00] H. Kaiya, D. Shinbara, J. Lawamp, M. Saeki., “*Improving the detection of requirements discordants among stakeholders*”, 2000
- [Hic03] Hickey, A. and Davis, A., “*Elicitation Technique Selection: How Do Experts Do It*” in Proceedings of the 11<sup>th</sup> IEEE International Engineering Conference, 2003
- [Kai02] 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.
- [Kar97] Karlsson, J. and Ryan, K., “*A Cost-Value Approach for Prioritizing Requirements*”. IEEE Software, Vol. 14(5): p. 67-74, September/October 1997.
- [Lou95] Loucopoulos P. Karakostas V., “*System Requirements Engineering*”, McGraw-Hill International series in Software Engineering, ISBN 0-07-707843-8, 1995.
- [Mar03] Martín A., C. 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).
- [Mar05] Martinez Carod, N. and Cechich, A. “*Classifying Software Requirement Prioritization Approaches*”. XI Congreso Argentino en Ciencias de la Computación, CACIC 2005, Entre Rios, 6-10 Octubre 2005.
- [Myl01] Mylopoulos J., Chung L., Liao S., Wang H., Yu E., “*Exploring Alternatives During Requirements Analysis*”, IEEE Software, 2001.
- [Nus00] Nuseibeh B., Easterbrook S., “*Requirements Engineering: A Roadmap*”, ICSE2000, Limerick, Irlanda
- [Osh03] Oshiro, K., Watahiki, K, Saeki, M., “*Goal-Oriented Idea Generation Method for Requirements Elicitation*”. In Proceedings of the 11th IEEE International Conference on Requirements Engineering. 2003, p.363 – 364.
- [Rot94] Roth E., Patterson E., Mumaw R. “*Cognitive Engineering: Issues in User-Centered System Design*”. J.J. Marciniak (Ed.), Encyclopedia of Software Engineering, 2<sup>o</sup> Edition. New York: Wiley-Interscience, John Wiley & Sons, 110-123, 1994.
- [Ruh02] Ruhe G., Eberlein A, and Pfahl D., “*Quantitative WinWin - A Quantitative Method for Decision Support in Requirements Negotiation*” Fraunhofer IESE, Germany, 2002, ISERN-02-05.
- [Shi03] Z., Shi, J. Shi., “*Perspectives On Cognitive Informatics*”. In Proceedings of the Second IEEE International Conference on Cognitive Informatics (ICCI'03), pages 129-137, 2003.