

Críticas Cognitivas a Heurísticas Orientadas a Modelos

Jorge H. Doorn^{1,2}, Graciela D.S. Hadad^{1,3}, María Celia Elizalde¹, Alan R.G. García¹ y Lucas O. Carnero¹

¹Escuela de Informática, Universidad Nacional del Oeste, Argentina

²Escuela de Ingeniería, Universidad Nacional de Tres de Febrero, Argentina

³Facultad de Ingeniería y Tecnología Informática, Universidad de Belgrano, Argentina
jdoorn@uno.edu.ar; ghadad@uno.edu.ar; melizalde@uno.edu.ar;
agarcia@uno.edu.ar; lcarnero@uno.edu.ar

Abstract. Los requisitos, como piedra basal del desarrollo de sistema de software, deben ser de la mejor calidad posible, cubriendo las necesidades reales de los clientes y las limitaciones del proyecto. Alcanzar un nivel aceptable de calidad no es fácil y, a veces, no suele cumplirse. En proyectos de investigación previos, se ha evaluado exhaustivamente estos niveles de calidad en modelos escritos en lenguaje natural, principalmente en glosarios con definiciones de los términos del lenguaje empleado en el contexto de aplicación, observándose en estos casos una baja calidad y escasa repetitividad de los mismos. Esta característica es prácticamente independiente del modelo y de las fuentes de información utilizadas. A pesar de reiterados esfuerzos consistentes en la incorporación de nuevas heurísticas, las mejoras logradas resultaron poco satisfactorias. Una revisión retrospectiva de estos trabajos permitió detectar que indudablemente es la habilidad cognitiva del propio ingeniero de requisitos el origen de estos defectos. Notablemente, las heurísticas utilizadas proveen guías rudimentarias acerca de cómo elaborar la información elicitada. Esta carencia es la base del proyecto de investigación de carácter exploratorio-descriptivo que se ha iniciado y que se presenta aquí.

Keywords: Proceso de Requisitos, Ergonomía Cognitiva, Completitud, Calidad de Modelos, Lenguaje Natural.

1 Introducción

Muy frecuentemente los procesos de Ingeniería de Requisitos (IR) se inician con una actividad de adquisición de conocimiento acerca del contexto en el que va a operar el sistema de software a desarrollar. Esta actividad suele ir más allá de un mero aprendizaje sobre tareas, procesos y actores en ese contexto, ya que la interrelación entre los desarrolladores y los clientes involucra compatibilizar dos culturas a veces muy disímiles. A tal efecto, el proceso de requisitos suele contener como parte inicial la creación de un glosario de los términos con significado específico utilizados en ese contexto [1], tal como el modelo Léxico Extendido del Lenguaje (LEL). Si bien el uso más evidente de los glosarios es el de facilitar la comunicación con los clientes, reduciendo la ambigüedad en todas las comunicaciones, ya sean estas con los clientes

como con otros miembros del equipo de desarrollo, en la práctica se ha comprobado que la información contenida en esos glosarios resulta un excelente punto de partida para las restantes fases del proceso de requisitos [2,3,4,5].

El hecho que un glosario sea una fuente muy valiosa de conocimiento es una verdad ampliamente comprobada en muy diversos dominios, algunos bien remotos de la Ingeniería de Software. La real y efectiva creación de glosarios en la IR sobre algunos casos estudiados en profundidad ha mostrado severas falencias, entre las que se destacan: i) alrededor del 15% de los términos incluidos en los glosarios no son utilizados en manera alguna por los clientes, ni están presentes en la documentación utilizada, y ii) las notorias diferencias existentes entre glosarios elaborados por distintos ingenieros de requisitos en forma independiente, sobre un mismo contexto de aplicación y utilizando las mismas fuentes de información, detectándose en muchos casos que las diferencias superan las coincidencias [6,7]. Estas falencias ponen en duda la objetividad de los ingenieros y, como consecuencia, la habilidad de los seres humanos para realizar una tarea como la indicada, o al menos la habilidad de los mismos para realizar estas tareas con las heurísticas disponibles. Obviamente que glosarios con estas características no constituyen un punto de partida confiable para adquirir conocimiento acerca del contexto en el que se desenvolverá el futuro sistema.

Asimismo, cabe destacar que diferencias similares fueron observadas en otros modelos de requisitos, bajo condiciones similares, donde se disponía de varias muestras del modelo elaboradas independientemente y a partir de las mismas fuentes de información, tal es el caso de los trabajos expuestos sobre el modelo de escenarios [8] y sobre especificaciones de requisitos [9]. Estos trabajos refuerzan la idea del sesgo que introducen los ingenieros en los modelos que construyen, lo que permite suponer que son fuertemente provocados por los modelos mentales y procesos cognitivos de los propios sujetos [10,11]. Es importante destacar que en todos los casos estudiados los modelos involucrados fueron construidos utilizando heurísticas fuertemente orientadas a los modelos en sí mismos, y no a proveer guías acerca de cómo reconocer a qué aspectos se les debe prestar atención y a elaborar el conocimiento adquirido.

Todo esto ha sido el fundamento del proyecto de investigación en curso, abocado a explorar los aspectos cognitivos presentes en la actividad propia de elaboración de la información elicitada, propendiendo a diseñar heurísticas que mitiguen las falencias mencionadas. Es decir, se propone introducir nociones de Psicología Cognitiva y, en particular, de Ergonomía Cognitiva [10,12] en el proceso de construcción de los modelos. En la siguiente sección se describe en detalle los objetivos que se persiguen y bajo qué supuestos se está trabajando; en la sección 3 se describen algunos resultados que han sido punto de partida para este proyecto y los primeros hallazgos encontrados; finalmente se presentan conclusiones sobre el trabajo inicial realizado y sobre lo que se espera alcanzar en pasos siguientes.

2 Objetivos de la Investigación

A lo largo de más de dos décadas se ha estado mejorando, desde varias perspectivas, una estrategia de IR basada en el modelo LEL y el modelo de Escenarios [1]. Esta

estrategia se desarrolla en dos fases: una de aprendizaje del vocabulario, características y comportamientos en el contexto de aplicación, y otra de definición del sistema de software que satisfaga las necesidades reales de los clientes.

Desde el estado de conocimiento actual, la mayoría de las heurísticas de esta estrategia están fuertemente orientadas al contenido de los modelos que se construyen, con pocas pautas que contribuyan a facilitar la adquisición y elaboración de la información que luego se modela. Este sesgo en las características de estas heurísticas no son una propiedad distintiva de este proceso de requisitos, sino que, por el contrario, el mismo está muy difundido en muchos de los métodos propuestos en la Ingeniería de Software, ver ejemplos en el Proceso Unificado [13: pp.113 y 149] y en el Proceso ICONIX [14: pp. 26 y 51].

El objetivo general del proyecto en curso es fortalecer esta estrategia de IR, incorporando aspectos cognitivos en sus actividades. Para ello es necesario primero identificar las funciones cognitivas involucradas en el aprendizaje, interpretación y concepción de ideas, que subyacen en las actividades del proceso de requisitos. En base a esto se diseñarán mecanismos que atiendan estos aspectos cognitivos, refinando las heurísticas existentes, de manera que colaboren más eficazmente que las actuales en el desarrollo de las actividades de la estrategia de requisitos.

En resumen, el núcleo conceptual de las actividades a llevar a cabo en este proyecto consiste en desplazar el foco de atención usualmente puesto en las actividades de elicitación y modelado a la actividad netamente cognitiva de elaboración. Es decir, se estima que en la terna <elicitación, elaboración, modelado>, la mayor dificultad cognitiva reside en la elaboración. Notablemente, las actividades de elicitación [15,16] y modelado [13] en la IR han sido profusamente estudiadas, pero esto no es así con la actividad de elaboración que es netamente cognitiva.

La primera etapa del proyecto se focaliza en estudiar las falencias de la creación del modelo LEL en la fase de aprendizaje. Este modelo define los términos a través de su/s nombre/s (sinónimo), la denotación y la connotación en el contexto de aplicación.

3 Trabajo en Curso

En la aplicación concreta del proceso de requisitos existen pocas oportunidades de estudiar la calidad de la información recabada y elaborada, más que a través del resultado evidenciado en los modelos construidos. Las actividades de verificación y validación contribuyen a mejorar esa calidad. Sin embargo, existen varios aspectos no cubiertos por las mismas. Es decir, no se cubre efectivamente la calidad del proceso ni totalmente la del modelo construido. Obviamente, la verificación logrará corregir defectos tales como mala estructuración de un término del LEL, la carencia de referencias entre términos o la presencia de homónimos. Por su parte, una adecuada validación permitirá detectar errores de interpretación, pobres o incorrectas definiciones, o responsabilidades asignadas erróneamente. Sin embargo, estas actividades poco contribuyen a identificar un defecto muy importante como es la existencia de una omisión. No resulta razonable esperar que durante la validación los clientes le hagan saber a los ingenieros que existen términos acerca de los cuales los ingenieros no conocen el significado especial con que se utilizan en el contexto bajo estudio. Otro

defecto escasamente tratado es la información artificiosa no correlacionada con la realidad, que es originada por los ingenieros. En este sentido, es poco probable que una validación permita detectar, por ejemplo, un término definido en el LEL que no es propio del contexto de aplicación, y casi imposible que esto sea detectado en las verificaciones utilizadas hasta el momento.

Es posible asomarse al problema de la completitud en el LEL utilizando una estrategia de replicación [7], es decir, logrando que dos o más grupos de ingenieros realicen la misma actividad, en condiciones idénticas y utilizando los mismos recursos, evitando toda comunicación entre los grupos. Obviamente, este tipo de experiencias se apartan significativamente del proceso base, agregando costos y demoras posiblemente inaceptables. Es así que las replicaciones disponibles no abundan.

Meramente controlar que la construcción de dos LELs sobre el mismo contexto de aplicación se haga bajo condiciones controladas, es un problema en sí mismo. La mayoría de las técnicas de elicitación aptas para construir el LEL modifican el objeto estudiado como consecuencia del propio estudio. Por ejemplo, si dos o más grupos distintos entrevistan a las mismas personas en forma consecutiva no obtendrán la misma información ya que en el entrevistado cambiará, posiblemente en forma inconsciente, su disposición y la calidad de su discurso. Tres son los mecanismos utilizados en trabajos previos para lograr condiciones razonablemente repetitivas: i) utilizar fuentes documentales, ii) realizar una observación pasiva de entrevistas llevadas a cabo por un único entrevistador no perteneciente a ningún grupo, y iii) realizar la observación de entrevistas mediante una cámara Gesell.

Por su parte el problema de los términos artificiales, inventados por el ingeniero de requisitos, podría ser abordado incorporando nuevas actividades de registro de la información y de verificación, diseñadas específicamente con ese objetivo.

3.1 Casos estudiados

A partir de dos casos basados en fuentes documentales: *Plan de Ahorro y Préstamo* y *Producción de Cajas de Cartón*, se produjeron 15 muestras del modelo LEL del primer caso y 4 muestras del segundo caso, todas ellas elaboradas por grupos independientes. Con estas muestras se estudiaron los dos problemas mencionados: la falta de completitud y la adición de información artificiosa.

Respecto a la información inventada por los ingenieros de requisitos, esto se pudo establecer a través de contrastar la existencia de cada término y sus sinónimos en el documento descriptivo del caso. En la Fig. 1 se presenta para cada caso un histograma con rangos de porcentaje de términos inexistentes definidos en el LEL y del porcentaje de nombres inexistentes de términos del LEL (incluyendo sinónimos). Se puede observar en ambos casos que la concentración de grupos con términos y nombres artificiosos está entre el 10% y 20 % de tales elementos inventados. Puede notarse que en el caso del *Plan de Ahorro y Préstamo* se tienen porcentajes muchos más altos de elementos inventados, llegando en algunos grupos hasta haber inventado el 37% de los elementos. Solo un grupo no inventó ningún elemento, correspondiente a este mismo caso. Debe mencionarse que el caso *Plan de Ahorro y Préstamo* es más complejo y con documentación más extensa que el otro caso.

Si bien no es posible alcanzar un alto grado de certeza en cualquier estudio de completitud, la comparación de la información obtenida por diferentes personas en

casos replicados puede ser, bajo ciertas condiciones, un indicador valioso. En ese sentido, utilizando las 15 réplicas del caso *Plan de Ahorro y Préstamo* y las 4 del caso *Producción de Cajas de Cartón* se realizaron todas las posibles comparaciones: 105 en el primer caso y 6 en el segundo. Con el propósito de estimar cuán similares son dos LELs cualesquiera de un mismo caso, se utilizó el cociente entre la cantidad de términos comunes a ambos y el total de términos resultantes de la unión de los mismos. Esta métrica brinda poca información cuando este cociente es cercano a 1, ya que no es posible eliminar la posibilidad que ambos LELs estén afectados por un mismo factor sistemático; sin embargo, cuando esta métrica produce valores alejados de 1 se tiene la certeza que ambos LELs están lejos de ser completos. Por supuesto que este mismo razonamiento puede aplicarse a la unión de dos LELs respecto de un tercero y a muchas otras comparaciones de agregados de LELs. Sin embargo, no debe olvidarse que la replicación no es un recurso viable en la práctica profesional.

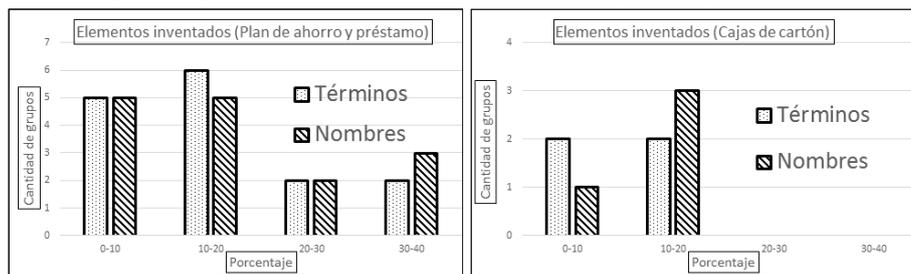


Fig. 1. Nivel de términos y nombres de términos inventados

Concentrando la atención entonces en los resultados de las comparaciones de LELs creados por un solo grupo de ingenieros se observó que de las 105 comparaciones posibles del caso *Plan de Ahorro y Préstamo*, 97 produjeron una métrica inferior a 0,5. Es decir, la inmensa mayoría de los pares comparados muestran que las diferencias existentes superan las coincidencias. Este resultado por sí sólo indica claramente que se está frente a un problema grave de completitud. Pese a la escasa cantidad de datos se ha podido comprobar que la cantidad de coincidencias entre los LELs del caso *Producción de Cajas de Cartón* es superior a las del caso *Plan de Ahorro y Préstamo* en un grado estadísticamente significativo y con un alto nivel de confianza. Esto indica, con un alto grado de verosimilitud, que la dificultad o el alcance del caso son un aspecto a considerar seriamente.

4 Conclusiones

En estudios realizados sobre la calidad del modelo LEL desde distintas perspectivas, a lo largo de varios proyectos de investigación, se observó un alto número de defectos [7] a pesar de ser construidos siguiendo heurísticas bien detalladas [1]. Esto ha llevado a hacer planteos más radicales para encontrar las causas de dichos defectos, lo que ha motivado el proyecto en curso.

En base a los resultados preliminares obtenidos, es posible manifestar que los tipos de defectos estudiados se originan fundamentalmente en la interpretación del ingeniero de requisitos basado en sus modelos mentales y sus procesos cognitivos.

Esto es absolutamente cierto en el caso de términos artificiales incorporados por el ingeniero en base a información elicitada. En el caso de las omisiones, puede deberse por un lado a una aplicación incorrecta de las técnicas de elicitación, una selección inapropiada de esas técnicas para el contexto particular y de las fuentes de información, entre otras varias causas. Es decir, se está poniendo todo el peso sobre la elicitación, o eventualmente sobre la construcción del modelo, pero no se hace foco en causas cuya raíz reside en el propio ingeniero, en cuanto a cómo interpreta la información elicitada o desestima la necesidad de elicitar más información en función de sus modelos mentales, pudiendo entonces provocar omisiones relevantes.

Referencias

1. Leite, J.C.S.P., Doorn, J.H., Kaplan, G.N., Hadad, G.D.S., Ridao, M.: Defining System Context using Scenarios. En: Leite y Doorn (eds.) Perspectives on Software Requirements, Kluwer Academic Publishers, cap.8, pp.169-199 (2004).
2. Leite J.C.S.P., Hadad G.D.S., Doorn J.H., y Kaplan G.N.: A Scenario Construction Process. Requirements Engineering Journal, 5(1), 38-61, Springer-Verlag, Londres (2000).
3. Hadad, G.D.S., Migliaro, A., Grieco, N.: Derivar casos de uso de un glosario. En: XIV Congreso Argentino de la Ciencia de la Computación, La Rioja, pp.722-734 (2008).
4. Antonelli, L., Rossi, G., Leite, J.C.S.P., Araújo, J.: Early identification of crosscutting concerns with the Language Extended Lexicon. Requirements Engineering Journal, Springer London, pp.1-23 (2013).
5. Mauco, M.V., Leonardi, M.C.: A derivation strategy for formal specifications from natural language requirements models. Computing and Informatics, 26(4), 421-445 (2012).
6. Litvak, C.S., Hadad, G.D.S., Doorn, J.H.: Correcciones semánticas en métodos de estimación de completitud de modelos en lenguaje natural. En: 16th Workshop on Requirements Engineering, Montevideo, pp.105-117 (2013).
7. Hadad, G.D.S., Litvak, C.S., Doorn, J.H., Ridao M.N.: Dealing with Completeness in Requirements Engineering, En: Mehdi Khosrow-Pour (ed.) Encyclopedia of Information Science and Technology, Third Edition. IGI Global, Hershey, pp. 2854-2863 (2015).
8. Ridao, M., Doorn, J.: Estimación de completitud en modelos de requisitos basados en lenguaje natural. En: 9th Workshop on Requirements Engineering, Brasil, pp.151-158 (2006).
9. Martínez, S.N., Oliveros, A., Zúñiga, J.A., Corbo, S., Forradelas, P.: Aprendizaje de la elicitación y especificación de requerimientos. En: XX Congreso Argentino de Ciencias de la Computación, Buenos Aires (2014).
10. Cañas, J.J. Ergonomía Cognitiva. Alta dirección, 227, 66-70 (2003).
11. Stanton, N.A., Hedge, A., Brookhuis, K., Salas, E., Hendrick, H.W. (eds.) Handbook of human factors and ergonomics methods. CRC Press. (2004).
12. van der Veer, G.: Cognitive Ergonomics in Interface Design - Discussion of a Moving Science. Journal of Universal Computer Science, 1(16), 2614-2629 (2008).
13. Jacobson, I., Booch, G., Rumbaugh, J.: El Proceso Unificado de Desarrollo de Software. Pearson Educación, Madrid (2000).
14. Rosenberg, D., and Stephens, M.: Use Case Driven Object Modeling with UML: Theory and Practice. Apress (2007).
15. Hickey, A.M., Davis, A.M.: A Unified Model of Requirements Elicitation. Journal of Management Information Systems, 20(4), 65-84 (2004).
16. Carrizo, D., Dieste, O., Juristo, N.: Study of elicitation techniques adequacy. En: 11th Workshop on Requirements Engineering, Barcelona, pp. 104-114 (2008).