

generar nuevos modelos que se ajusten a una situación particular, en [49] se ilustra este caso.

El modelado con GRL es soportado por la herramienta jUCMNav la cual ajusta en un alto grado a las especificaciones de este lenguaje gráfico ([50], [51]). GRL tiene una gran capacidad de extensibilidad [33]. Además forma parte de URN [33] que es un estándar internacional. Con respecto al manejo de las incumbencias transversales, Mussbacher [50] presenta a AoGRL (Aspect-oriented GRL) una extensión que incorpora en el modelado GRL los conceptos básicos de la orientación a aspectos; también son aplicables a GRL las extensiones desarrolladas para I*, propuestas en [42], [43] y [44].

G. URN

URN combina conceptos y notaciones de modelado para metas e intenciones y escenarios; sin embargo, no especifica qué modelos deben desarrollarse [33]. URN comprende: (1) modelado de metas, el cual se basa en GRL (aparte F de esta Sección); y (2) modelado de escenarios, que utiliza los UCM para describir escenarios y arquitecturas. Los UCM se enfocan en flujos causales de comportamiento opcionalmente superpuestos sobre una estructura de componentes. Los UCM permiten describir la interacción causal de entidades

arquitecturales abstrayéndose de los detalles referentes a mensajes y datos.

URN soporta el refinamiento de metas por medio de [33]: (1) enlaces de descomposición y de contribución; (2) elaboración de escenarios; y (3) enlaces URN (URN Links) que ayudan a crear relaciones entre cualquier par de elementos de modelos URN.

En [50] se presenta AoURN (Aspect-oriented URN) una extensión para el manejo de incumbencias transversales en URN. AoURN comprende extensiones para GRL y UCM, AoGRL (Aspect-oriented GRL) y AoUCM (Aspect-oriented UCM), respectivamente.

La Universidad de Ottawa (Canadá) desarrolló jUCMNav, herramienta de código abierto para editar y analizar modelos URN: grafos GRL, mapas de casos de uso y cualquier otro modelo que se defina en base a los constructos de URN y sea compatible con los criterios adoptados en el desarrollo de la herramienta [51].

La capacidad de extensibilidad de URN es un atributo que otorga gran flexibilidad para el modelado en diferentes contextos. URN está definido como un estándar en el campo de la IS en la Recomendación ITU-T Z.151 [33].

TABLA I. EVALUACIÓN DE TÉCNICAS DE GORE – CUADRO COMPARATIVO

Evaluación de Técnicas de GORE – Cuadro Comparativo										
Característica	Importancia	Max Conf	Grado de Conformidad							
			KAOS	NFR Framework	I*	GBRAM	Tropos	GRL	URN	
1	Taxonomía de metas	2	2	1	1	1	2	1	1	1
2	Modelado de metas funcionales y metas no funcionales	2	2	2	1	2	0	2	2	2
3	Recursos/Mecanismos para el refinamiento de metas	2	4	4	0	2	2	3	2	4
4	Capacidad de representación del refinamiento de metas en diferentes niveles de abstracción									
	a. Nivel Corporativo	1	3	0	0	2	1	2	2	2
	b. Nivel Negocio	1	3	0	0	2	1	2	2	2
	c. Nivel Operativo	1	3	2	1	2	2	2	2	2
	d. Nivel Sistema	2	3	2	1	2	2	2	2	2
	e. Nivel Software	2	3	2	1	1	2	2	1	2
5	Mecanismos para el modelado y análisis de obstáculos de metas	2	2	2	1	1	2	1	1	1
6	Mecanismos para el modelado y análisis de conflictos entre metas	2	2	1	2	2	2	2	2	2
7	Mecanismos para el modelado y análisis de interrelaciones entre metas	2	2	1	2	2	1	2	2	2
8	Mecanismos para el modelado y análisis de las incumbencias transversales	2	2	1	1	2	0	1	2	2
9	Integración de los modelos de metas con otras técnicas de la IR que complementen la especificación de los requisitos	2	2	2	0	0	2	1	0	3

Evaluación de Técnicas de GORE – Cuadro Comparativo										
Característica	Importancia	Max Conf	Grado de Conformidad							
			KAOS	NFR Framework	I*	GRAM	Tropos	GRL	URN	
10	Software para el modelado	1	3	2	3	3	1	2	3	2
11	Representación de actores organizacionales	2	2	1	0	2	0	2	2	2
12	Capacidad de extensibilidad para incorporar conceptos pertenecientes a la Planificación Estratégica (PE) en el modelado de metas	2	3	1	0	3	0	3	3	3
13	Nivel de estandarización	1	1	0	0	0	0	0	1	1
14	Proceso para guiar el modelado	2	2	2	1	1	2	2	1	1
Puntuación final = $\sum \text{Grado-de-Conformidad}_i * \text{Importancia}_i$				48	26	51	39	56	52	63
% de conformidad				64,00	34,67	68,00	52,00	74,67	69,33	84,00

V. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN DE LA TÉCNICAS DE GORE

Al analizar los resultados se puede advertir que KAOS, Tropos y URN proporcionan mayor apoyo en el refinamiento de metas (característica No. 3); estas técnicas complementan el análisis de metas con la aplicación de otros enfoques de IR, lo cual permite obtener mayor detalle de las necesidades de la organización y, de esta forma, validar las metas establecidas, asegurar la trazabilidad entre metas y decisiones de diseño y/o implementación, e identificar nuevas metas.

La técnica que obtuvo menor puntuación fue el NFR Framework, esto se debe a que sólo direcciona el análisis de los requisitos no funcionales; sin embargo, esta técnica ha influenciado notablemente a las otras. Cabe señalar que KAOS e I* en sus versiones actuales han incorporado las estrategias de evaluación y procedimiento de etiquetado, definidos en el NFR Framework, para apoyar el análisis de contribución entre metas. También I*, Tropos, GRL y URN incluyen en su análisis de metas el método de razonamiento y análisis de contribución entre metas propuesto en el NFR Framework.

En cuanto al manejo de los niveles de abstracción de las metas (característica No. 4) I*, Tropos, GRL y URN, proporcionan mejor soporte para modelar metas de alto nivel de abstracción como las correspondientes a los niveles Corporativo y Negocio; esto se debe a que sus conceptos básicos permiten representar elementos relacionados con la dinámica organizacional y no sólo los elementos asociados a los sistemas a desarrollar.

I*, Tropos, GRL y URN son técnicas que facilitan el modelado de la dinámica organizacional debido a que están dirigidas hacia el análisis de las intenciones y motivaciones de diferentes actores organizacionales y sus interrelaciones; también contribuyen a examinar el comportamiento de estos actores y razonar sobre la forma de alcanzar sus metas, lo cual proporciona los fundamentos para las soluciones que se plantean ante situaciones específicas.

El enfoque de I*, Tropos, GRL y URN es la clave en la consideración de que estas técnicas son las que ofrecen mayor viabilidad para integrar el modelado de metas y la PE y, de esta manera, cumplir los requisitos definidos al inicio de esta evaluación.

No obstante, URN es la técnica que obtuvo mejor puntuación en la evaluación de conformidad de las características consideradas relevantes para este estudio. Tomando en cuenta su porcentaje de conformidad (84,00 %), se concluye que es la técnica que mejor se ajusta a los requisitos establecidos.

A continuación se resumen las razones que justifican la selección de URN:

- Enfoque hacia el modelado organizacional (basado en I*) ([33], [34]).
- Soporte en un estándar internacional [33].
- Manejo explícito de los requisitos funcionales y de los requisitos no funcionales.
- Integración entre el modelado de metas y el de escenarios. La complementariedad entre el análisis de metas y el análisis de escenarios, proporciona mecanismos de refinamiento robustos y contribuye a la trazabilidad entre metas organizacionales y decisiones técnicas de diseño y/o implementación referidas a una solución determinada ([29], [34]).
- Capacidad de extensibilidad por medio de diferentes recursos: metadatos; enlaces URN (URN Links) de utilidad para apoyar: el refinamiento de metas y escenarios, la trazabilidad de requisitos, la composición de requisitos, entre otros propósitos; mecanismos para el desarrollo de perfiles; uso de restricciones OCL ([29], [33]).
- Disponibilidad de herramienta de software actualizada para soportar el modelado [51].

- Orientación al modelado basado en incumbencias (concerns). El metamodelo de URN incluye el concepto de incumbencia, el cual permite agrupar elementos de los modelos URN. El manejo de incumbencias mejora la modularización de los modelos de metas [33].

VI. CONCLUSIONES

La naturaleza del análisis de metas constituye un medio apropiado para enfocar los sistemas de software como instrumentos efectivos que soportan la proposición de valor del negocio y el éxito de las estrategias. Sin embargo, es notorio que el modelado de metas no es una tarea sencilla ([8], [17]) y se incrementa su complejidad con la introducción de nuevos elementos, como en el caso de los conceptos básicos de la PE. Por ello, se incluyeron en la evaluación características relacionadas con el soporte ofrecido para la organización y construcción de los modelos, tales como: (1) el manejo de las incumbencias transversales, (2) el nivel de estandarización de la práctica, y (3) la disponibilidad de un proceso para guiar el modelado.

La evaluación de las técnicas estuvo dirigida al estudio de los recursos y medios disponibles, pero también se enfocó en la capacidad de extensión, considerando la ampliación del alcance del modelado para incluir los conceptos básicos de la PE, dado que es el dominio al que pertenecen los asuntos relacionados con las estrategias organizacionales.

En los resultados de la evaluación se observó que:

- Las técnicas que utilizan constructos para la representación de los actores organizacionales proporcionan mejor soporte al modelado de la dinámica del negocio.
- Existen puntos de proximidad entre el análisis de metas y el análisis de las estrategias, de ahí que, en algunas técnicas, es factible la adición de nuevos constructos, derivados de los conceptos básicos de la PE, cuyo comportamiento es compatible con los fundamentos de estas técnicas.
- Las técnicas que se complementan con otros enfoques de modelado facilitan la trazabilidad entre la especificación operacional de los requisitos de una solución de software y las metas de alto nivel de la organización.
- El manejo de los niveles de abstracción favorece el análisis de metas apoyando el refinamiento y el estudio de la contribución entre metas. Lo anterior ayuda en el análisis de la alineación estratégica porque permite visualizar cómo las metas de un nivel apoyan a las de un nivel superior y cómo las metas de un nivel superior se descomponen en conjuntos de metas de mayor precisión.
- Los enfoques de las técnicas son producto de la evolución en el área, por ello se percibe, sobre todo en las versiones más actuales, la influencia recíproca entre ellas.

En la Tabla I se observa que el conjunto de técnicas conformado por I* y sus derivadas (Tropos y GRL) son las que mejor se ajustan a los requisitos establecidos.

Sin embargo, la mayor puntuación la obtuvo URN, conformada por GRL y UCM, la cual es un estándar internacional que integra el modelado de metas y escenarios. Su extensibilidad es un elemento clave debido a que permite expandir su aplicación hacia otras áreas donde se necesite ejecutar el análisis del negocio, estén relacionadas o no con proyectos de Ingeniería de Software.

Con base a los resultados de la evaluación se está trabajando en una extensión de URN para integrar en el modelado de metas los conceptos básicos de la PE. Esta extensión se utilizará para soportar un proceso de IR dirigido por la PE que contribuya a direccionar los productos de software hacia la creación de valor y asegure su alineación estratégica.

En lo que respecta a futuras investigaciones es importante abordar los siguientes temas: (1) aplicación del modelado con URN como herramienta para enfocar la alineación estratégica de productos de software; (2) validación de la efectividad de URN en el modelado de estrategias; y (3) evaluación de URN en otros dominios del análisis del negocio.

REFERENCIAS

- [1] S. Pass and B. Ronen, "Reducing the Software Value Gap", *Communications of the ACM*, vol. 57, no. 5, pp. 80-87, May 2014.
- [2] A. Blair, J. B. Lail, and S. Marshall, "Value Streams", *Open Group Guide*, Document Number G170, January, 2017.
- [3] P. Zave, "Classification of Research Efforts in Requirements Engineering", *ACM Computing Surveys (CSUR)*, vol. 29, no. 4, pp. 315-321, December 1997.
- [4] G. Brown, "Value Chains, Value Streams, Value Nets, and Value Delivery Chains", *BPTrends*, April, 2009.
- [5] R. Kaplan and D. Norton, "Strategy Maps", *Executive Books Summaries*, vol. 26, no. 4 (2 parts) part 1, April, 2004.
- [6] H. Armitage and C. Scholey, "Using Strategy Maps to Drive Performance", *Management Accounting Guideline* published by The Society of Management Accountants of Canada (CMA-Canada), 2006.
- [7] A. Lapouchnian, "Goal-oriented Requirements Engineering: An Overview of the Current Research", *University of Toronto*, June, 2005.
- [8] A. van Lamsweerde, "Requirements Engineering: From System Goals to UML Models to Software Specifications", *England: John Wiley & Sons Inc.*, 2009.
- [9] K. Pohl, "Requirements Engineering: Fundamentals, Principles, and Techniques". *Germany: Springer*, 2010.
- [10] G. Johnson, K. Scholes, and R. Whittington, "Dirección Estratégica", 7th Edition, *Pearson Educación, S. A., Spain*, 2006.
- [11] E. Kavakli, "Goal-driven Requirements Engineering: Modelling and Guidance", *Ph.D. thesis, University of Manchester, UK*, 1999.
- [12] E. Kavakli and P. Loucopoulos, "Goal-driven Requirements Engineering: Evaluation of Current Methods", *8th International Workshop on Evaluation of Modeling Methods in Systems Analysis and Design, Austria*, 16-17, June, 2003.
- [13] A. Dardenne, A. van Lamsweerde, and S. Fickas, "Goal-directed Requirements Acquisition", *Selected Papers of the 6th International Workshop on Software Specification and Design, Elsevier Science Publishers, The Netherlands*, pp. 3-50, 1993.
- [14] L. Chung, "Representation and Utilization of Non-functional Requirements for Information System Design", *Proceedings of the 3rd Int.Conf. CAiSE '91, Trondheim, Norway, Berlin: Springer-Verlag*, pp. 5-30, May, 1991.

- [15] E. Yu, "Modelling Strategic Relationships for Process Reengineering", Ph.D. thesis, University of Toronto, Canada, 1995.
- [16] A. Antón, "Goal-based Requirements Analysis", Proceedings of the 2nd International Conference on Requirements Engineering. IEEE Computer Society, Washington, DC, USA, pp. 136-144, 1996.
- [17] A. Antón, "Goal Identification and Refinement in the Specification of Software-based Information Systems", Ph.D. thesis, Georgia Institute of Technology, Georgia, USA, 1997.
- [18] J. Mylopoulos and J. Castro, "Tropos: A Framework for Requirements-driven Software Development", Information Systems Engineering: State of the Art and Research Themes, Lecture Notes in Computer Science, Springer-Verlag, June 2000.
- [19] L. Liu and E. Yu, "GRL - Goal-oriented Requirement Language", 2000. <http://www.cs.toronto.edu/km/GRL/>.
- [20] D. Amyot and G. Mussbacher, "URN: Towards a New Standard for the Visual Description of Requirements", 3rd SDL and MSC Workshop, U.K., LNCS 2599, pp. 21-37, June, 2002.
- [21] B. Kitchenham, "DESMET: A Method for Evaluating Software Engineering Methods and Tools", Technical Report TR96-09, Department of Computer Science, University of Keele, 1996.
- [22] M. Delgado, F. Losavio, and A. Matteo, "Goal-oriented Techniques and Methods: Goal Refinement and Levels of Abstraction", Proceedings of the 39th Latin American Computing Conference, Venezuela, October, 2013.
- [23] S. Bleistein, K. Cox, J. Verner, and K. Phalp, "B-SCP: A Requirements Analysis Framework for Validating Strategic Alignment of Organizational IT Based on Strategy, Context, and Process", Information and Software Technology, vol. 46, pp. 846-868, 2006.
- [24] A. Siena, A. Bonetti, and P. Giorgini, "Balanced Goalcards: Combining Goal Analysis and Balanced Scorecards", 3rd International Conference on Evaluation of Novel Approaches to Software Engineering, Portugal, May, 2008.
- [25] R. Kaplan and D. Norton, "Integrating Strategy Planning and Operational Execution", Balanced Scorecard Report, Harvard Business School Publishing, vol. 10, no. 3, May – June, 2008.
- [26] R. Ellis-Braithwaite, R. Lock, R. Dawson, and B. Haque, "Modelling the Strategic Alignment of Software Requirements using Goal Graphs", arXiv preprint arXiv:1211.6258, 2012.
- [27] G. Grau, C. Cares, X. Franch, and F. Navarrete, "A Comparative Analysis of I* Agent-Oriented Modelling Techniques", Proceedings of the 18th International Conference on Software Engineering and Knowledge Engineering, USA, 5-7 July, 2006.
- [28] M. Teruel, E. Navarro, V. López-Jaquero, F. Montero, and P. González, "Approaches to Modelling Requirements for Collaborative Systems", Technical Report No. DIAB-11-03-1. University of Castilla – La Mancha, March, 2011.
- [29] D. Amyot and G. Mussbacher, "User Requirements Notation: The First Ten Years, the Next Ten Years", Invited paper, Journal of Software (JSW), vol. 6, no. 5, pp. 747-768, Academy Publisher, May, 2011.
- [30] L. Chung, B. Nixon, and J. Mylopoulos, "Non-functional Requirements in Software Engineering", Kluwer Academic Publishers, 2000.
- [31] E. Yu and L. Liu, "Modelling Trust for System Design Using the I* Strategic Actors Framework", Proceedings of the Workshop on Deception, Fraud, and Trust in Agent Societies, Lecture Notes in Computer Science, vol. 2246, pp. 175-194, Springer-Verlag, London, 2001.
- [32] F. Giunchiglia, J. Mylopoulos, and A. Perini, "The Tropos Software Development Methodology", Agent-Oriented Software Engineering, pp. 162-173, Springer, Heidelberg, 2002.
- [33] International Telecommunication Union - Telecommunication Standardization Sector [ITU-T]. "User Requirements Notation (URN) – Language definition", Recommendation ITU-T Z.151, 2012.
- [34] D. Amyot, "Introduction to the User Requirements Notation", Computer Networks, vol. 42, no. 3, pp. 285-301, June, 2003.
- [35] K. van der Berg, J. Conejero, and R. Chitryan, "AOSD Ontology 1.0 – Public Ontology of Aspect-orientation". AOSD-Europe-UT-01, no. D9, version 1.0, 2005.
- [36] A. Gil, "Integrating Early Aspects with Goal-Oriented Requirements Engineering: The Case of KAOS". MSc. thesis, Universidade Nova de Lisboa, Portugal, 2008.
- [37] Requirements Engineering and Specification Techniques for Information Technology, "A KAOS Tutorial", (n.d.). <http://www.objectiver.com>
- [38] The Dia Developers, (n.d.). <http://dia-installer.de/index.html.en>
- [39] RE-Tools, (n.d.). <http://www.utdallas.edu/~supakkul/tools/RE-Tools/>
- [40] G. Sousa, I. Silva, and J. Castro, "Adapting the NFR Framework to Aspect – Oriented Requirements Engineering", XVII Brazilian Symposium on Software Engineering, Brazil, October 2003.
- [41] I. Brito and A. Moreira, "Integrating the NFR Framework in a RE Model", Early-Aspects Workshop, 3rd International Conference on Aspect-Oriented Software Development, UK, March, 2004.
- [42] E. Spies, J. Rüger, and A. Moreira, "Using I* to Identify Candidate Aspects", Workshop in UML'04, Portugal, October, 2004.
- [43] F. Alencar, J. Castro, C. Monteiro, R. Ramos, and E. Santos, "Towards Aspectual I*", Proceedings of 3rd International I* Workshop, Brazil, February, 2008.
- [44] F. Alencar, J. Castro, M. Lucena, E. Santos, C. Silva, A. Araújo, and A. Moreira, "Towards Modular I* Models", Proceedings of the 2010 ACM Symposium on Applied Computing. ACM, New York, NY, USA, 292-297, 2010.
- [45] IStarWiki. (n.d.). http://istarwiki.org/tiki-index.php?page=i*+Wiki+Home
- [46] A. Antón, E. Liang, and R. A. Rodenstein, "A Web-Based Requirements Analysis Tool", Proceedings of the 5th International Workshops on Enabling Technologies, IEEE Computer Society, USA, 238-243, 1996.
- [47] B. Bauer, J. P. Muller, and J. Odell, "Agent UML", Agent-Oriented Software Engineering, Paolo Ciancarini and Michael Wooldridge Eds., Springer, Berlin, pp. 91-103, 2001.
- [48] TroposProject. (n.d.). <http://www.troposproject.org/>
- [49] G. Mussbacher and D. Amyot, "On Modeling Interactions of Early Aspects with Goals", Proceedings of the 2009 ICSE Workshop on Aspect-Oriented Requirements Engineering and Architecture Design. IEEE Computer Society, USA, 14-19.
- [50] G. Mussbacher, "Aspect-oriented User Requirements Notation", Ph.D. thesis. University of Ottawa, Canada, November, 2010.
- [51] J. Roy, J. Kealey, and D. Amyot, "Towards Integrated Tool Support for the User Requirements Notation", R. Gotzhein, R. Reed (Eds.) SAM 2006: Language Profiles - Fifth Workshop on System Analysis and Modelling, Germany. LNCS 4320, 198-215, Springer. May, 2006.