

Modelado y análisis de los Factores Críticos de Éxito de los proyectos de software mediante Mapas Cognitivos Difusos

Maikel Y. Leyva Vázquez
Reynaldo Rosado Rosello
Ailyn Febles Estrada

La determinación y análisis de los factores críticos de éxito en los proyectos de software contribuye a que las organizaciones dedicadas al desarrollo de software centren su atención en los factores fundamentales para ser exitosas. El presente trabajo propone una metodología basada en los mapas cognitivos difusos para la formalización y el análisis de los factores críticos de éxito. Se presenta un caso de estudio centrado en los proyectos de integración de datos. Entre los principales resultados se encuentran la utilización de métricas basadas en la teoría de grafos para el análisis estático del mapa cognitivo difuso. Se realiza además el análisis dinámico mediante la simulación. Este trabajo sienta las bases para la formalización de los factores críticos de éxito en las organizaciones de desarrollo de software y su utilización como parte de la gestión del conocimiento y la inteligencia competitiva.

Palabras clave: mapas cognitivos difusos, factores críticos de éxito, gestión del conocimiento, inteligencia competitiva, integración de datos, representación del conocimiento

RESUMEN

ABSTRACT

Identification and analysis of critical success factors in software projects allow software developing organizations to focus on the fundamentals factors in order to be successful. This paper proposes a methodology based on fuzzy cognitive maps for the formalization and analysis of critical success factors in software projects. A case study based on data integration projects is presented. Among the most important results is the use of metrics based on graph theory for static analysis of the fuzzy cognitive map obtained from the formalization of the critical success factors of data integration projects. Dynamics analysis is performed through simulation. This work lays the foundation for the formalization of critical success factors in software development organizations and their uses as part of knowledge management and competitive intelligence initiatives.

Keywords: fuzzy cognitive maps, critical success factors, knowledge management, competitive intelligence, data integration, knowledge representation

Introducción

Factores Críticos de Éxito (FCE) es un término empleado para designar un elemento necesario para que una organización o proyecto logren su misión (Ranjan & Bhatnagar, 2008). Los FCE son un elemento significativo de la determinación de la estrategia de una organización o proyecto (Sheila Wright & Pickton, 1998).

La Inteligencia Competitiva (IC) es el proceso estratégico de identificar, entender y utilizar

los FCE (Sheila Wright & Pickton, 1998). Los FCE deben además guiar los esfuerzos en la IC (S. Wright, Pickton, & Callow, 2002). A pesar de su importancia pocas veces se sigue una metodología formal (Jose L. Salmeron, 2009) se priorizan (Salmeron & Herrero, 2005) o se analiza detalladamente la interdependencia entre ellos (Schwinn & Winter, 2007).

La Gestión del Conocimiento (GC) en las organizaciones de software ha recibido especial

atención en los últimos años (Dingsoyr, Bjornson, & Shull, 2009; Schneider, 2009). La IC y la GC siguen procesos convergentes, paralelos o integrados (Escorsa, Maspons, & Ortiz, 2000). La GC se orienta hacia el conocimiento interior de las organizaciones y la IC al conocimiento existente en el exterior. Hasta la fecha existen pocos estudios sobre estrategias de colaboración de las dos disciplinas en especial en las organizaciones de desarrollo de software.

En el presente trabajo se propone la utilización de Mapas Cognitivos Difusos (MCD) para el modelado de los FCE. Los MCD fueron introducidos por Kosko (1986) como una extensión de los mapas cognitivos (Axelrod, 1976). Constituyen una estructura de grafo difuso utilizado para representar razonamiento causal. A continuación se presentan la revisión de la literatura, la metodología seguida, se muestra un caso de estudio y finalmente se abordan las conclusiones y trabajos futuros.

Mapas Cognitivos Difusos (MCD)

Los MCD son modelos difusos con retroalimentación para representar causalidad. Combinan herramientas teóricas de los mapas cognitivos, la lógica difusa, las redes neuronales, las redes semánticas, los sistemas expertos, y los sistemas dinámicos no lineales (M. Glykas, 2010; Lin & Lee, 2002; Mazlack, 2009).

Esta técnica permite modelar el sistema con retroalimentación con grados difusos de causalidad en el intervalo [0,1]. En el diagrama cada nodo representa un conjunto difuso o evento que ocurre en algún grado. Los nodos son conceptos causales y pueden modelar eventos, acciones, valores, metas o procesos. Con la utilización de esta técnica se obtienen además los beneficios de modelado visual, la simulación y la predicción (J. L. Salmeron, 2009a).

En el MCD existen tres posibles tipos de relaciones causales entre conceptos:

– $W_{ij} > 0$, indica una causalidad positiva entre los conceptos C_i y C_j . Es decir, el incremento (o disminución) en el valor de C_i lleva al incremento (o disminución) en el valor de C_j .

– $W_{ij} < 0$, indica una causalidad negativa entre los conceptos C_i y C_j . Es decir, el incremento (disminución) en el valor de C_i lleva a la disminución (incremento) en el valor de C_j .

– $W_{ij} = 0$, indica la no existencia de relación entre C_i y C_j .

Un MCD puede ser representado a través de un dígrafo en el cual los nodos representan conceptos y los arcos indican relación causal. La intensidad de la relación causal es representada mediante valores difusos (Peña, Sossa, & Gutiérrez, 2007). Los valores de los conceptos son calculados en cada paso de la simulación. De acuerdo al vector inicial,

el mcd convergerá a un punto fijo, ciclo límite o atractor caótico. La influencia de los conceptos interconectados al concepto específico se calcula de acuerdo a la siguiente regla de cálculo:

$$A_i^{(k+1)} = f\left(\sum_{i=1, i \neq j}^n A_i^{(k)} \cdot W_{ij}\right) \quad (1)$$

Los MCD pueden ser representados mediante una matriz de adyacencia la cual es obtenida a partir de los valores asignados a los arcos. Esta puede ser escrita como:

$$E = \begin{bmatrix} \dots & \dots & \dots \\ \dots & W_{ij} & \dots \\ \dots & \dots & \dots \end{bmatrix}$$

Cuando participan un conjunto de expertos (k), la matriz de adyacencia se formula mediante la siguiente expresión (Bart Kosko, 1988):

$$E = \frac{1}{k} (E_1 + E_2 + \dots + E_k) \quad (2)$$

Esta agregación de conocimiento permite mejorar la fiabilidad del modelo final, el cual es menos susceptible a creencias potencialmente erróneas de un único experto (Stach, Kurgan, & Pedrycz, 2010). Sin embargo la media aritmética es muy sensible a la presencia de valores atípicos.

Otro aspecto a tener en cuenta son los errores que cometen los expertos para determinar el signo que acompaña a la relación de causalidad en especial cuando este es negativo, al utilizar la media aritmética además se anula la magnitud del peso. Se han propuesto métodos que tratan de minimizar el error los cuales requieren que se llegue a cierto consenso (Bryson, 1997), o la interacción posterior con el experto (Michael Glykas & Groumos, 2010) lo cual, aunque deseable, no siempre es posible.

Los Mapas Cognitivos Difusos en la Gestión del Conocimiento

Los MCD permiten hacer explícito el conocimiento tácito en las organizaciones. Irani y otros (Irani, Sharif, & Love, 2009) los utilizan para modelar el proceso de evaluación de un sistema de información y explora las relaciones existentes entre aprendizaje organizacional y la GC.

Schuwinn y Winter (Schwinn & Winter, 2007) representan la relación entre los factores de éxito de los proyectos de integración pero

sin especificar el grado de influencia entre ellos. Salmeron (2009b) por su parte presenta un ejemplo de modelación de los FCE en un Sistema de Gestión del Aprendizaje, pero no se realiza un análisis que lleve a la priorización de los factores, ni se realiza análisis dinámico del mcd.

Un aspecto importante de la IC es la ayuda a la formulación de las estrategias, área para la cual los mcd han sido ampliamente utilizados (Carlsson & Fullér, 1996; Michael Glykas, Xirogiannis, Glykas, & Staikouras, 2010; Jassbi, Mohamadnejad, & Nasrollahzadeh), incluyendo los sistemas de información (Kardaras & Karakostas, 1999). Entre las tecnologías que permiten el desarrollo de las organizaciones inteligentes (Senge, 2004), los mcd pueden contribuir al desarrollo del pensamiento sistémico y a la creación de memorias institucionales.

En relación con la representación del conocimiento y en especial el conocimiento causal los mcd brindan mayor flexibilidad con respecto otras técnicas, en especial las redes bayesianas (Lovrek, Howlett, Jain, & He, 2008; PING, 2009). Entre los elementos que permiten una representación más realista del conocimiento se encuentra la posibilidad de representar retroalimentación, la representación del tiempo, la vaguedad y la ambigüedad (Zhi-Qiang, 2001).

Metodología

El objetivo de la metodología propuesta es la obtención de un mcd que representen los FCE y que integre el conocimiento de los distintos expertos para la realización de análisis dinámicos y estáticos del mismo como ayuda a la toma de decisiones. La metodología propuesta (Figura 1) consta de actividades que permiten la identificación de los FCE, la construcción de un MCD que los represente, y el posterior análisis del mismo.

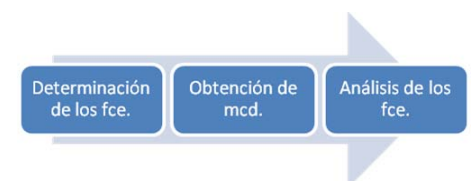


Figura 1. Actividades de la metodología.

Determinación de los Factores Críticos de Éxito

Apyados en distintas actividades de inteligencia competitiva y gestión de conocimiento se determinan los principales

FCE. Como fuentes fundamentales para la identificación de los FCE se utilizan el análisis de la competencia, el análisis de las empresas dominantes en el sector y los expertos externos e internos entre otros (Leidecker & Bruno, 1984).

Construcción del MCD

Los expertos determinan, mediante entrevistas, los mcd individuales. Los mismos son integrados utilizando el siguiente algoritmo, obtenido modificando el propuesto por Glykas y Groumpos (Michael Glykas & Groumpos, 2010):

Paso 1: Repetir desde $i,j=1$ hasta n

Paso 2: Para cada interconexión (C_i a C_j) examinar pesos W_{ij}^k que cada uno de los N expertos ha asignado.

Paso 3: Si existen pesos con signos distintos entonces los pesos con los del signo del mayor grupo de elementos se consideran, el resto no se considera.

Paso 4: Si entonces no se considera la opinión del experto para le cálculo de .

Paso 5: Calcular

Paso 5. Si no se han examinado todas las $n \times n$ interconexiones ir a Paso2.

Si no construir la nueva matriz de adyacencia con los elementos de peso

Paso 6: Fin

Análisis de los FCE

Para priorizar los FCE dentro del sistema se determinan la centralidad del factor (C_i) a partir de su *outdegree* (od_i) e *indegree* (id_i), teniendo en cuenta la magnitud de los pesos C_{ij} de la siguiente manera:

$$od_i = \sum_{j=0}^n |C_{ij}| \quad (3)$$

$$id_i = \sum_{j=0}^n |C_{ji}| \quad (4)$$

$$C_i = od_i + id_i \quad (5)$$

En cuanto al análisis dinámico este se realiza mediante la simulación de los distintos escenarios examinando cómo se comportaría los distintos factores. Para su realización se obtiene un vector inicial que representa una situación o escenario que permite observar la evolución del sistema. La simulación del escenario definido por un vector de entrada C_p , esta se realiza según (1) hasta que se llegue a un atractor, y luego se analizan los valores alcanzados por los distintos nodos.

Análisis y Discusión

Caso de Estudio

El caso de estudio se llevó a cabo en una organización cubana de desarrollo de software. Entre sus áreas de trabajo se encuentra la integración de datos. La integración de datos consiste en la combinación de los datos que residen en diferentes fuentes, y en proporcionar al usuario una visión unificada de estos (Lenzerini, 2002). A pesar de su importancia, relativamente pocos estudios se han realizado para evaluar las prácticas y es especial los FCE en este tipo de proyectos.

Para la determinación de los FCE (Tabla 1) se revisó los relacionados con los proyectos, integración en general que aparecen descritos en la literatura (Gericke, Klesse Winter, & Wortmann, 2010; Schwinn & Winter, 2007), los que utilizan tecnologías afines como los almacenes de datos (AbuAli & Abu-Addose, 2010), FCE en los proyectos de software de Latinoamérica (Leopoldo, 2008), los factores reportados por otras entidades que se dedican a la temática y la experiencia de los principales desarrolladores internos.

Tabla 1. Factores críticos de éxito en proyectos de integración de datos.

Id	Factor	Descripción
N1	Apoyo de la alta gerencia	Apoyo de los directivos de la organización que permite contar con la coordinación y los recursos necesarios para el desarrollo del proyecto
N2	Participación de los usuarios	Participación activa de los usuarios finales en el proyecto, especialmente en la definición de los requisitos, la validación y otras tareas
N3	Conocimientos técnicos de los usuarios	Conocimientos relacionados con las tecnologías utilizadas en los proyectos de integración de datos por parte de los usuarios finales
N4	Definición del alcance y prioridades	Definición clara de las metas del proyecto, su alcance y prioridades de desarrollo
N5	Calidad de las fuentes de datos	Grado de calidad de los datos en las fuentes de datos seleccionadas
N6	Entrenamiento de los usuarios	Preparación suministrada a los usuarios finales, en forma de cursos, entrenamientos, etc.
N7	Definición de requisitos	Grado de definición y entendimiento de los requisitos y necesidades de información de la organización
N8	Tiempo	Grado en que se da una respuesta rápida a los usuarios de sus necesidades de información
N9	Compromiso del cliente con la solución	Grado de compromiso con el éxito de la solución por parte del cliente
N10	Disponibilidad tecnológica	Disponibilidad de la tecnología de hardware y software, para el desarrollo de la solución

Tabla 2. Matriz de adyacencia.

En el desarrollo del mcd participaron 11 expertos en la temática. Se obtuvieron los 11 mcd individuales y se integraron según el algoritmo descrito, obteniéndose como resultado la matriz de adyacencia (Tabla 2). La aplicación del algoritmo propuesto evita obtener una matriz con presencia de elementos no intuitivos, como valores en la diagonal principal y la anulación de los valores, especialmente los relacionados con el factor tiempo (N8).

Id	N1	N2	N3	N4	N5	N6	N7	N8	N9	N10
N1	0.00	0.35	0.00	0.20	0.00	0.10	0.10	-0.45	0.35	0.20
N2	0.80	0.00	0.00	0.50	0.00	0.35	0.29	0.00	0.65	0.00
N3	0.35	0.35	0.00	0.00	0.00	0.67	0.00	0.10	0.00	0.20
N4	0.65	0.89	0.80	0.00	0.00	0.10	0.65	0.00	0.55	0.10
N5	0.10	0.00	0.44	0.28	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20
N6	0.50	0.60	-0.65	0.20	0.00	0.00	0.10	0.00	3.50	0.00
N7	0.58	0.89	0.65	0.80	0.20	0.00	0.00	0.00	0.50	0.00
N8	-0.35	-0.76	-0.65	-0.65	-0.76	0.00	0.00	0.00	-0.70	-6.50
N9	0.73	0.67	0.00	0.50	0.20	0.50	0.50	-0.50	0.00	0.00
N10	0.73	0.00	0.00	0.35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

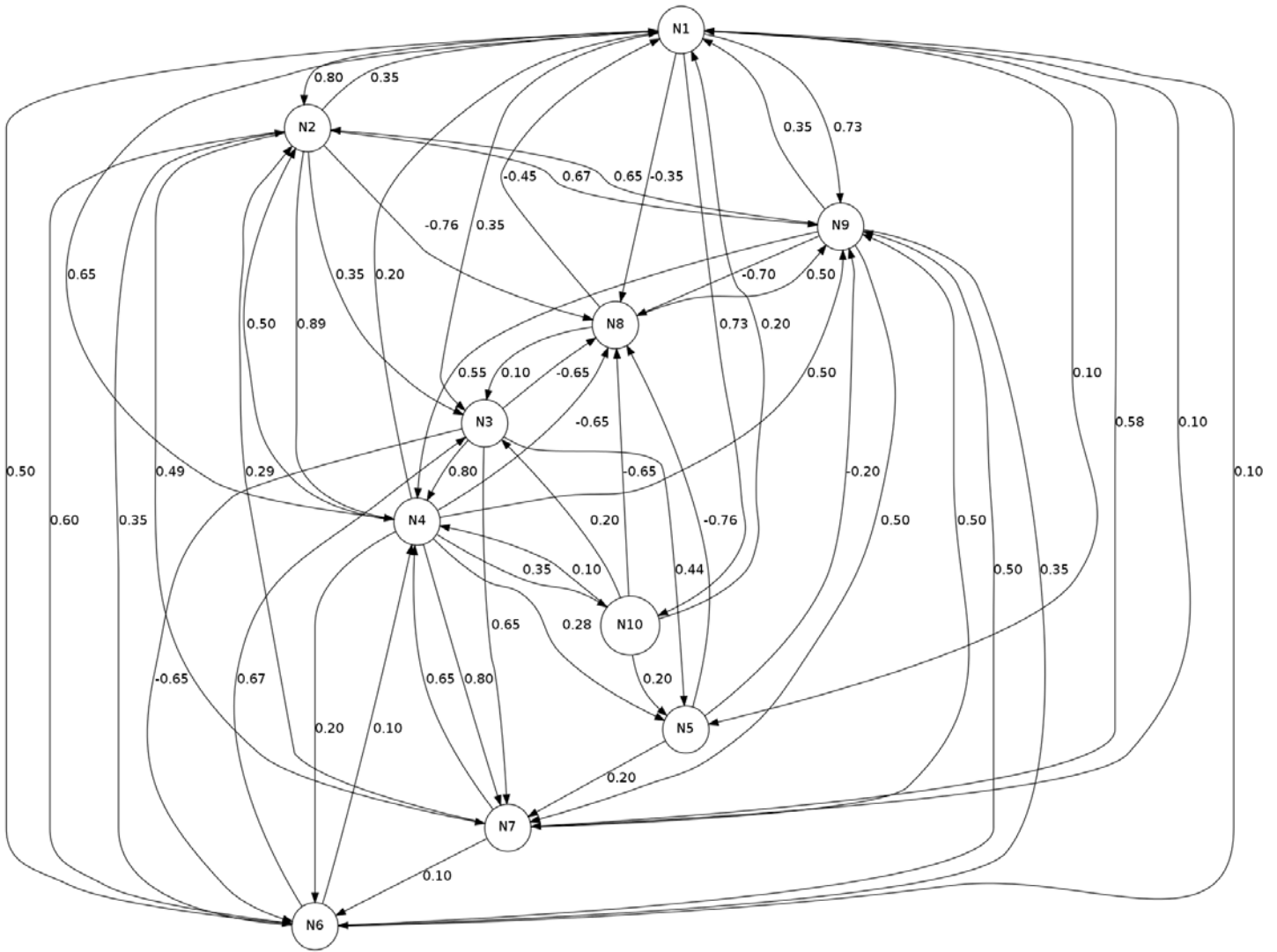


Figura 2. Mapa cognitivo difuso obtenido.

El mcd se muestra en forma de grafo en la Figura 2.

Para la realización del análisis estático se obtienen el *outdegree* el *indegree* y se calcula la centralidad. A partir de este valor Los FCE son ordenados de mayor a menor (Tabla 3). Dentro del sistema formado por los FCE, los tres factores más importantes en orden descendente son: la definición del alcance y prioridades del proyecto, la participación de usuario final, y el grado de compromiso de los clientes.

Un escenario estudiado fue el relacionado con el incremento moderado del tiempo dedicado a las actividades de ingeniería de requisitos ($N_8 = 0.35$), con el fin de mejorar su definición ($N_7 = 0.35$) y aumentar al menos de modo discreto la capacitación de los usuarios ($N_6 = 0.2$). El vector inicial que representa este escenario es $C_0 = [0, 0, 0, 0, 0, 0.2, 0.35, 0.35, 0, 0]$. La simulación se realiza según la ecuación 1,

Tabla 3. Centralidad de los Factores.

Factor	Outdegree	Indegree	Centralidad	Centralidad
Alcance y P.	3.48	3.74	7.21	0.139
Participación U	4.50	2.59	7.09	0.136
Compromiso del cliente	3.10	3.60	6.70	0.129
Apoyo AA	4.78	1.75	6.53	0.126
Tiempo	1.05	4.52	5.57	0.107
Definición de R.	1.72	3.61	5.33	0.102
Conocimientos T.U	3.19	1.67	4.86	0.093
Entrenamiento U	1.72	2.40	4.12	0.079
Disponibilidad tecnológica	1.35	1.08	2.43	0.047
Calidad Fuentes de datos	1.16	1.02	2.17	0.042

empleando $F(x) = \tanh(x)$. El sistema llega a un atractor en al iteración 7 (Figura 3).

El vector que representa los valore alcanzados por los conceptos en la región de equilibrio es el siguiente: $C_7 = [0.9, 1, 0.9, 1, 0.7, 1, 1, -1, 1, 0.77]$. Este resulta un escenario muy favorable

para el resto de los FCE, como puede apreciarse en sus valores cercanos o iguales a uno. En el caso del factor asociado con el tiempo ($N_8 = -1$) significa que se acorta el tiempo de terminación del proyecto.

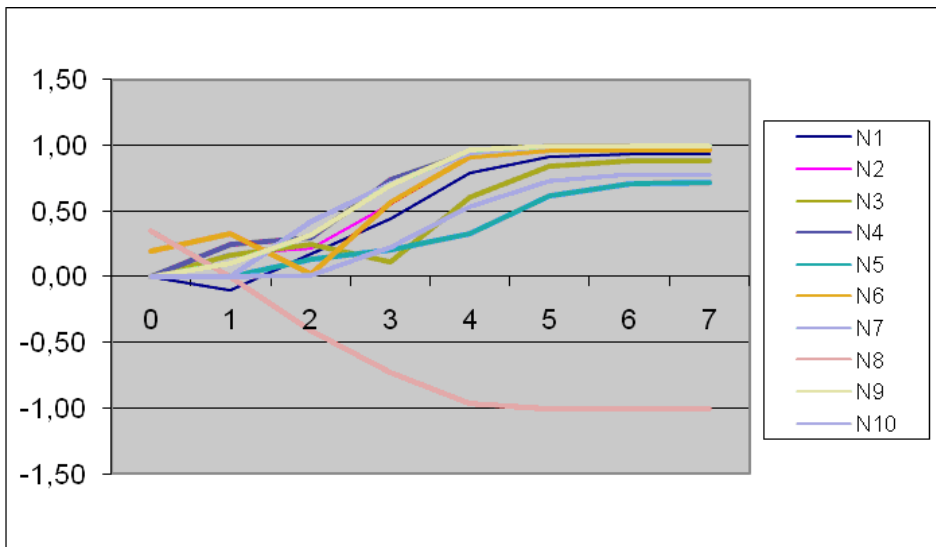


Figura 3. Resultados de la simulación.

Este resultado coincide con las experiencias anteriores en proyecto dentro de la organización. Muestra además la dinámica de los procesos de software (Madachy, 2008).

Conclusiones

- En el trabajo se presentó una metodología para representar los factores críticos de éxito utilizando mapas cognitivos difusos, integrando el conocimiento de varios expertos. Este enfoque permite la realización de análisis dinámico y estático del mismo como ayuda a la toma de decisiones, se integran dentro del análisis estático, métricas relacionados con la teoría de grafos.

- Se construyó un mapa cognitivos difuso a partir de expertos formalizando los factores críticos de éxito de los proyectos de integración de datos. Estos resultados permiten extender el tipo de proyecto a los cuales se ha determinado y analizado lo factores críticos de éxito.

- En futuros trabajos se pretende extender el número de expertos y los tipos de proyectos a los cuales se formalizaran los factores críticos de éxito. Otra área de trabajo futuro es la conformación de un repositorio de mapas cognitivos difusos que sirvan para la gestión institucional del conocimiento y facilitar la integración más amplia con actividades de inteligencia competitiva. La aplicación de métricas basadas en la teoría de redes complejas es un área prometedora que puede permitir una mayor profundidad en el análisis estático.

Referencias

- AbuAli, A. N., & Abu-Addose, H. Y. (2010). Data Warehouse Critical Success Factors. *European Journal of Scientific Research*, 42(2), 326-335.
- Axelrod, R. M. (1976). *Structure of decision: The cognitive maps of political elites*: Princeton University Press Princeton, NJ.
- Bryson, N. (1997). Generating consensus fuzzy cognitive maps. Paper presented at the 1997 IASTED International Conference on Intelligent Information Systems (IIS '97), Grand Bahama Island, BAHAMAS.
- Carlsson, C., & Fullér, R. (Eds.). (1996). *Citeseer*.
- Dingsoyr, T., Bjornson, F. O., & Shull, F. (2009). What Do We Know about Knowledge Management? Practical Implications for Software Engineering. *Software, IEEE*, 26(3), 100-103.
- Escorsa, P., Maspons, R., & Ortiz, I. (2000). La integración entre la gestión del conocimiento y la inteligencia competitiva: la aportación de los mapas tecnológicos. 21(2).
- Gericke, A., Klesse, M., Winter, R., & Wortmann, F. (2010). Success Factors of Application Integration: An Exploratory Analysis. *Communications of the Association for Information Systems*, 27.
- Glykas, M. (2010). *Fuzzy Cognitive Maps: Advances in Theory, Methodologies, Tools and Applications*: Springer Verlag.
- Glykas, M., & Groumpos, P. (2010). *Fuzzy Cognitive Maps: Basic Theories and Their Application to Complex Systems Fuzzy Cognitive Maps (Vol. 247, pp. 1-22)*: Springer Berlin / Heidelberg.
- Glykas, M., Xirogiannis, G., Glykas, M., & Staikouras, C. (2010). *Fuzzy Cognitive Maps in Banking Business Process Performance Measurement Fuzzy Cognitive Maps (Vol. 247, pp. 161-200)*: Springer Berlin / Heidelberg.
- Irani, Z., Sharif, A. M., & Love, P. E. D. (2009). Mapping knowledge management and organizational learning in support of organizational memory. *International Journal of Production Economics*, 122(1), 200-215.
- Jassbi, J., Mohamadnejad, F., & Nasrollahzadeh, H. A Fuzzy. s.a DEMATEL framework for modeling cause and effect relationships of strategy map. *Expert Systems with Applications*, 38(5), 5967-5973.
- Kardaras, D., & Karakostas, B. (1999). The use of fuzzy cognitive maps to simulate the information systems strategic planning process. *Information and Software Technology*, 41(4), 197-210.
- Kosko, B. (1986). Fuzzy cognitive maps. *International Journal of Man-Machine Studies*, 24(1), 65-75.
- Kosko, B. (1988). Hidden patterns in combined and adaptive knowledge networks. *International Journal of Approximate Reasoning*, 2(4), 377-393.
- Leidecker, J. K., & Bruno, A. V. (1984). Identifying and using critical success factors. *Long Range Planning*, 17(1), 23-32.
- Lenzerini, M. (2002). Data integration: a theoretical perspective. Paper presented at the Proceedings of the twenty-first ACM SIGMOD-SIGACT-SIGART symposium on Principles of database systems.

Referencias

- Leopoldo, C. G. (2008). Factores críticos de éxito para implantar sistemas empresariales en pequeñas y medianas empresas en Venezuela. *Universidad, Ciencia y Tecnología*, 12(46), 31-38.
- Lin, C. T., & Lee, C. S. G. (2002). Neural-network-based fuzzy logic control and decision system (Vol. 40, pp. 1320-1336): IEEE.
- Lovrek, I., Howlett, R., Jain, L., & He, Y. (2008). Application Study in Decision Support with Fuzzy Cognitive Map Knowledge-Based Intelligent Information and Engineering Systems (Vol. 5178, pp. 324-331): Springer Berlin / Heidelberg.
- Madachy, R. J. (2008). *Software process dynamics*: Wiley-IEEE Press.
- Mazlack, L. J. (Ed.) (2009). IEEE.
- Peña, A., Sossa, H., & Gutiérrez, A. (2007). Mapas Cognitivos: un Perfil y su Aplicación al Modelado del Estudiante (Vol. 10, pp. 230-250): Centro de Investigación en computación, IPN.
- PING, C. W. (2009). A Methodology for Constructing Causal Knowledge Model from Fuzzy Cognitive Map to Bayesian Belief Network. Chonnam National University.
- Ranjan, J., & Bhatnagar, V. (2008). Critical Success Factors For Implementing CRM Using Data Mining. *Journal of Knowledge Management Practice*, 9(3).
- Salmeron, J. L. (2009a). Augmented fuzzy cognitive maps for modelling LMS critical success factors. *Knowledge-Based Systems*, 22(4), 275-278.
- Salmeron, J. L. (2009b). Supporting decision makers with Fuzzy Cognitive Maps (Vol. 52, pp. 53-59): Industrial Research Institute, Inc.
- Salmeron, J. L., & Herrero, I. (2005). An AHP-based methodology to rank critical success factors of executive information systems. *Computer Standards & Interfaces*, 28(1), 1-12.
- Schneider, K. (2009). *Experience and Knowledge Management in Software Engineering*: Springer.
- Schwinn, A., & Winter, R. (2007). Success factors and performance indicators for enterprise application integration. In V. S. Wing Hong Lam (Ed.), *Enterprise architecture and integration: methods, implementation, and technologies* (pp. 23): Idea Group Inc (IGI).
- Senge, P. M. (2004). *La quinta disciplina: el arte y la práctica de la organización abierta al aprendizaje*: Ediciones Granica SA.
- Stach, W., Kurgan, L., & Pedrycz, W. (2010). Expert-Based and Computational Methods for Developing Fuzzy Cognitive Maps. In M. Glykas (Ed.), *Fuzzy Cognitive Maps* (pp. 23-41). Berlin: Springer.
- Wright, S., & Pickton, D. (1998). Improved competitive strategy through value added competitive intelligence. Paper presented at the Third Annual European Conference, Society of Competitive Intelligence Professionals, Berlin.
- Wright, S., Pickton, D. W., & Callow, J. (2002). Competitive intelligence in UK firms: a typology. *Marketing Intelligence & Planning*, 20(6), 349-360.
- Zhi-Qiang, L. I. U. (2001). Causation, bayesian networks, and cognitive maps. *Acta Automática Sinica*, 27(4), 552-566.

Recibido: 14 de septiembre de 2011
Aprobado en su forma definitiva:
12 de febrero de 2012

MSc. Maikel Y. Leyva Vázquez
Universidad de las Ciencias Informáticas
País: Cuba
Correo electrónico: <mleyvaz@uci.cu>

Ing. Reynaldo Rosado Rosello
Universidad de las Ciencias Informáticas
País: Cuba
Correo electrónico: <rrosado@uci.cu>

Dra.C. Ailyn Febles Estrada
Universidad de las Ciencias Informáticas
País: Cuba
Correo electrónico: <ailyn@uci.cu>
