

Variables para la estimación en sistemas de información a partir de los procesos de negocios

Lianny O'Farrill Fernández
Liset Bandomo Toledo

La estimación de tiempos, costos y esfuerzos en el desarrollo de productos software es vital para inferir su viabilidad por lo que debe llevarse a cabo en etapas iniciales del proceso de desarrollo. Para medir la complejidad de un producto de software se pueden seguir dos modos fundamentales: a partir del criterio de expertos y con el uso de métricas, pero en ambos casos esta evaluación está disponible en etapas avanzadas del desarrollo. Esto trae como consecuencia que si el proyecto no es viable por alguna razón, existan pérdidas de recursos, esfuerzos y costos para las organizaciones involucradas en el proceso. Este trabajo se enfoca en los sistemas de gestión por su impacto en las organizaciones. El presente artículo presenta un conjunto de variables identificadas en la etapa de modelado de negocio, a partir de las cuales se puede estimar el tiempo, el costo y el esfuerzo con elementos que se encuentran disponibles al inicio del proyecto.

Palabras clave: estimación en proyectos de software, procesos de negocios en el desarrollo de software.

RESUMEN

ABSTRACT

The time, cost and effort estimation is vital to infer its viability in well early software development. Complexity is one of the elements that affect proportionately the software estimation. Software complexity can be measure follow two fundamental ways: from expert judgment and the use of metrics. In both cases, this assessment is available in advanced stages of development. In consequence, loss of resources, efforts and costs for organizations involved in the process will be appear if the project is not feasible for some reason. The focuses on management systems for their impact on organizations is analyzed in this paper by the study of a variables identified at the stage of business modeling, from which the expert can estimate the time, cost and effort at the project start.

Keywords: estimating software projects, business processes in developing software.

Introducción

Aunque la estimación es más un arte que una ciencia, es una actividad importante que no se debe llevar a cabo de una forma descuidada. Existen técnicas útiles para realizar la estimación de los costos y de tiempos. Y dado que la estimación es la base de todas las demás actividades de planificación del proyecto

y sirve como una guía para la buena ingeniería del software, no es en absoluto aconsejable embarcarse sin ella (Pressman, 2010).

Para cualquier proyecto de desarrollo de software, siempre que se estima se echa un vistazo al futuro y se acepta un grado de

incertidumbre. Es por esto que dentro del contexto de las primeras etapas de un proyecto de software se encuentra que uno de los aspectos más críticos es la estimación.

La construcción de métodos de estimación de proyectos de software por medio de los cuales se logren resultados predictivos

sobre los recursos a emplear, que se ajusten de la mejor manera posible a la realidad obtenible, es un problema todavía abierto en el campo de los sistemas de información (Rodríguez, 2010).

Este aspecto afecta a todo el proyecto y en especial a las etapas de análisis y diseño, las cuales normalmente son inmediatas, en la mayoría de las metodologías de desarrollo de software, a la fase inicial en la que se formula el proyecto y donde tradicionalmente se realiza la estimación.

La estimación es importante no solo para predecir el valor de variables concretas dentro de un proyecto sino para determinar su viabilidad. No tiene sentido iniciar un proyecto que está destinado al fracaso por no contar con el tiempo, el esfuerzo o los recursos necesarios para llevarlo a cabo.

Un factor que repercute directamente proporcional en la estimación de valores de tiempo, costo y esfuerzo es la complejidad, se plantea que mientras más complejo es el producto a desarrollar mayor será el tiempo que se invierte en su construcción, el esfuerzo que demanda su realización y los costos asociados. A partir de determinar el nivel de complejidad que demanda construir un producto de software se puede tener una idea del tiempo, el costo y el esfuerzo que se debe verter en su desarrollo.

Medición de la complejidad de desarrollar un sistema informático

Para medir el nivel de complejidad del desarrollo de un producto de software se pueden identificar dos modos fundamentales: a partir del criterio de expertos o especialistas y mediante el uso de métricas. El juicio de experto es una de las prácticas más extendidas, en la que se combinan las opiniones, basadas en conocimiento o experiencia en trabajos similares, de varios expertos para obtener estimaciones del nivel de complejidad del proceso.

Este método es algo arriesgado en tanto a que los expertos son escasos y los conocimientos de quienes se dedican a la construcción de software no siempre son suficientes. Otro aspecto a tener en cuenta es que cada producto de software es único

independientemente de por quién sea desarrollado o la posible similitud con otros productos del mismo tipo en cuanto a lenguajes, lo que hace que el tema de la estimación en la construcción de sistemas informáticos sea una tarea compleja.

Otra manera de definir la complejidad es por medio de métricas, tales como el volumen, el tamaño, las anidaciones, la agregación, la configuración, y el flujo. Dentro de las métricas antes mencionadas, las más utilizadas para medir el nivel de complejidad son las métricas de tamaño (Nieto, 2008).

Una estimación del proyecto es tan buena como la estimación de la magnitud del trabajo que va a llevarse a cabo, el tamaño representa el primer reto del planificador de proyecto. El tamaño se refiere a una producción cuantificable del proyecto de software (Pressman, 2010).

Las métricas de tamaño se pueden clasificar en dos grupos, las métricas que determinan el tamaño a partir del código fuente del sistema y las métricas de tamaño funcional.

En el caso de las métricas que definen el tamaño tomando como base el código fuente del sistema, no se cumple la relación a cabalidad, dado que la complejidad que demanda la realización de un algoritmo, procedimiento o función, no se corresponde con el número de instrucciones que se requieren. Además, en el desarrollo de un producto de software no solo interviene la tarea de codificar, existen otros elementos y actividades que no se tienen en cuenta en esta manera de determinar el tamaño, como por ejemplo el análisis y diseño del producto, las pruebas que se deben realizar, la documentación que se debe generar, las personas que van a usar el producto y las características de quienes lo desarrollan. Por otra parte están las herramientas CASE (Ingeniería Asistida por Computadora) las que según Kendall y Kendall la ingeniería de sistemas asistida por ordenador es la aplicación de tecnología informática a las actividades, técnicas y metodologías propias de desarrollo, cuyo objetivo es acelerar el proceso para el que han sido diseñadas, en el caso de CASE para automatizar o apoyar una o más fases del ciclo de vida del desarrollo de sistemas. Esto hace que el esfuerzo en el proceso de desarrollo se centre en la fase de diseño,

dejando la codificación como tarea de la herramienta donde el esfuerzo humano no es sustancial.

Estas deficiencias hacen que esta métrica, poco a poco, se use con menos frecuencia. Los elementos para calcular estas métricas están disponibles en etapas avanzadas del desarrollo del producto.

Las métricas de tamaño funcional, a diferencia de las anteriores, no sólo se centran en el código fuente. Estas métricas están enfocadas a la funcionalidad del producto y tienen en cuenta varios elementos que intervienen en el proceso de desarrollo como son: los usuarios del producto y las características de los desarrolladores, y elementos de construcción del producto como pantallas, reportes, consultas, etc. A pesar de que algunas de estas técnicas son de las que más se emplean en la actualidad, tienen la dificultad de que para calcularlas se necesitan elementos que están disponibles solo en etapas avanzadas del desarrollo del producto, lo que hace que no se pueda estimar el tamaño a partir de etapas bien tempranas.

En el caso de otros métodos como la familia de métodos PROBE se basa en el uso de datos históricos, regresión lineal, y el intervalo de predicción para producir estimaciones de precisión, muchas de las empresas de software cubanas no cuentan con un registro de históricos de los proyectos que acometen, por lo que la estimación basándose en este tipo de métodos sin contar con históricos carecería de fidelidad.

A pesar de que las técnicas mencionadas anteriormente son formas de evaluar el nivel de complejidad de la construcción de un sistema informático, en ambos casos esa evaluación está disponible una vez que se comience a desarrollar el producto, en etapas avanzadas del desarrollo. Esto trae como consecuencia que si el proyecto no es viable por alguna razón, hay pérdidas de recursos, esfuerzos y costos para las organizaciones involucradas en el proceso.

Esto es un problema para la industria de software cubana ya que la dirección del país aboga por el ahorro de recursos y la disminución de los costos en aras de mejorar su economía.

Materiales y métodos

Los procesos de negocios en el desarrollo de sistemas de información

El objetivo fundamental de un sistema de información es automatizar actividades o tareas de un proceso de negocios, que permita a los actores organizacionales alcanzar sus metas particulares, así como las metas generales del negocio. Esta es la razón por la que el estudio del ambiente organizacional en el que se implantará el producto software ha sido reconocido como una parte fundamental de la ingeniería de requisitos (Anton, 1996).

Una empresa enfocada en procesos permite posibilita y estimula, que sus empleados ejecuten tareas centradas en el cliente, tareas que tienen en cuenta el contexto en el que se están realizando y que están dirigidas a alcanzar resultados, en lugar de ser un fin en sí mismas (Viega, 2007).

Un proceso de negocio es el conjunto de todas las tareas y actividades coordinadas formalmente, dirigidas tanto por personas como por equipos, que lleva conseguir un objetivo organizativo específico.

En los últimos tiempos las empresas se han orientado hacia un enfoque de procesos de negocio y se ha dejando atrás el enfoque funcional. Esto incide de manera directa en la informatización de las mismas ya que los sistemas informáticos que se desarrollan van a estar dirigidos a mejorar cada uno de sus procesos, insertándose en ellos.

Por la importancia que han ido adquiriendo los procesos de negocio en el desarrollo de software empresarial, se pueden considerar como una pieza clave para determinar el nivel de complejidad para su informatización (Bandomo, 2014). Esta evaluación del nivel de complejidad de la construcción de un sistema de información antes de su desarrollo, ayudaría a la toma de decisiones basadas en estimaciones de tiempos, costos y esfuerzos de personas y organizaciones que se vean involucradas en el proceso.

De los Casos de Uso del sistema al modelado del negocio

Desde que UML fue adoptado por el OMG como el lenguaje estándar para el modelado, se ha definido un buen número de modelos

de proceso para el desarrollo de aplicaciones orientadas a objetos (OO), que utilizan este lenguaje como medio de expresión de los diferentes modelos que se crean durante el desarrollo. Estas propuestas suelen estar guiadas por los casos de uso, de manera que éstos se emplean para definir los requisitos funcionales del sistema, y todas las etapas del proceso (planificación de las iteraciones, análisis, diseño y pruebas) se articulan en torno a los casos de uso identificados (Booch, 1999).

Normalmente se concibe el modelado de casos de uso como el primer paso para guiar el proceso de desarrollo. Sin embargo, no es posible crear casos de uso adecuados y útiles (ni implementarlos correctamente) sin comprender el dominio. Una buena forma de comprender el dominio del problema a informatizar es partiendo de los procesos de negocio de la organización. Es por esta razón que en la etapa más temprana en la concepción de un producto de software es la identificación y la representación de los procesos de negocio de la organización a la que servirá de apoyo el sistema informático.

Un Modelo de Negocio, es un punto inicial para la elaboración del sistema de software; es útil para que el equipo de desarrollo entienda mejor la especificación de los requisitos globales, que el futuro sistema debe satisfacer (Losavio, 2011).

Los procesos de negocio constituyen un eslabón importante en el desarrollo de software, tal es así que la metodología RUP (Proceso Unificado de Racional) una de las metodologías de desarrollo de software más difundidas y que marcó pautas desde su aparición, aunque se define guiada por casos de usos, tiene concebida la representación de los procesos de negocio (en forma de procesos elementales de negocio y casos de uso de negocio) como el primer paso del desarrollo y a partir de ahí establece trazas que llevan ala construcción del producto final.

Es importante señalar que los procesos de negocio no forman parte del espacio de la solución en la confección de un producto software, sin embargo, es a partir de los procesos de negocio que se puede identificar la necesidad de construir un producto informático en apoyo a esos procesos y concebir las funcionalidades imprescindibles que se deben implementar en el sistema.

Para conseguir sus objetivos, una empresa organiza su actividad por medio de un conjunto de procesos de negocio. Cada uno de ellos se caracteriza por una colección de datos que son producidos y manipulados mediante un conjunto de tareas, en las que ciertos agentes participan de acuerdo a un flujo de trabajo determinado (por ejemplo, trabajadores o departamentos). Además, estos procesos se hallan sujetos a un conjunto de reglas de negocio, que determinan la estructura de la información y las políticas de la empresa. Por tanto, el objetivo final del modelado del negocio es describir cada proceso del negocio, especificando sus datos, roles (o agentes), actividades (o tareas) y reglas de negocio.

Elementos de los procesos de negocios

Las notaciones y lenguajes de procesos llevan ya varias décadas usándose en numerosos campos de la industria. Su objetivo principal siempre ha sido la búsqueda de costos y tiempos óptimos. Sin embargo, el empleo de esta técnica es relativamente reciente dentro del ámbito de la Ingeniería del Software. Su aplicación dentro de este campo, no sólo se limita al intento de optimizar el proceso de desarrollo de software en sí mismo, sino que además se utiliza como elemento de comunicación durante la identificación de requisitos y como elemento fundamental dentro de enfoques como MDE (Ingeniería Conducida por Modelos) que procuran una paulatina automatización del proceso de desarrollo (O'Farrill, 2012).

Para la representación de los procesos de negocio se han establecido varios lenguajes de modelados o notaciones, para la confección de este trabajo se tienen en cuenta tres de las notaciones que más se han difundido, Lenguaje de Modelado Unificado (UML), Lenguaje de Definición Integración (IDEF) y por último la Notación de Modelado de los Procesos de Negocio (BPMN).

La representación de procesos de negocio puede aportar una serie de elementos que describen dichos procesos y desde el punto de vista de la construcción de sistemas de información, proporcionan un conjunto de requerimientos que el producto debe poseer. Estos elementos pueden ser tomados para medir el nivel de

Tabla 1: Variables definidas para evaluar la complejidad de los procesos de negocios.

Notaciones			Siglas del elemento	Elementos de la representación	Definición
UML	IDEF	BPMN			
Acción	Actividad	Actividad	NT	Número de Tareas	Indica el número de actividades atómicas dentro del proceso
Calles (partición de actividad)	Mecanismos	Roles	NSN	Número de Sujetos de Negocio	Indica el número de roles asociados al proceso de negocio.
Rombos o línea recta horizontal	Más de dos salidas de una actividad	Gateway	NMC	Número de Mecanismos de Control	Indica el número de decisiones a tomar en el flujo del proceso
Entidad	Entidad	Objetos de Datos	NEID	Número de Entidades de Información Diferentes	Indica el número de los conjuntos de datos diferentes necesarios para la ejecución exitosa del proceso.
Entradas a una actividad	Entradas a una actividad	Entradas a una actividad	ND	Número de Dependencias	Indica el número de dependencias de una actividad, se puede ver como el número de entradas a una actividad.
Relación con otros elementos externos al proceso	Relación con otros elementos externos al proceso	Relación con otros elementos externos al proceso	NFN	Número de Fronteras del Negocio	Indica el número de relaciones con entidades externas que tiene el proceso en análisis.

complejidad de un producto informático de manera que constituyan la base para dicha evaluación.

A pesar de la diversidad de notaciones para modelar procesos, todas representan de manera común un conjunto de elementos que son esenciales en la modelación para comprender el negocio independientemente de la notación empleada. Estos elementos son:

- Sujetos de negocio.
- Tareas
- Mecanismos de control
- Entidades
- Dependencias por tarea
- Fronteras de negocios

En Tabla 1 se muestra como aparecen representados estos elementos en cada una de las notaciones que se tienen en cuenta.

Resultado y discusión

Verificación de los elementos recogidos en la representación de un proceso de negocio a través de métodos de estimación

Para asegurar que efectivamente los elementos recogidos en la representación

de los procesos de negocios inciden en la complejidad del proceso de desarrollo de software se tienen en cuenta varios aspectos:

- La importancia de la comprensión del dominio en el desarrollo de los sistemas de información y los procesos de negocios como una herramienta fundamental para comprender el dominio.
- La inserción de los procesos de negocios en metodologías de desarrollo de software como (RUP), la cual establece como punto de partida para la construcción de un producto software el modelado del negocio.
- Los resultados arrojados luego de una comparación establecida en la Tabla 2, seleccionadas y los elementos identificados

Tabla 2: Elementos de la métrica de PO comparados con características de los procesos de negocio.

Elemento	Métrica de PO	Características de procesos de negocios
Pantallas	Conjunto de pantallas que se piensa que puede tener el sistema.	Actividades del Proceso de Negocio que son informatizables.
Reportes	Reportes del sistema	Resultados de valor final del proceso.
Componentes 3GL	Componentes reusables en el desarrollo del sistema.	Sistemas existentes en la organización que se pueden aprovechar.

Tabla 3, y Tabla 4, entre los elementos seleccionados desde la modelación de procesos de negocio y algunas de las métricas más empleadas para medir el nivel de complejidad a partir del tamaño funcional, que demuestre una relación directa entre ambos elementos.

Los dos primeros aspectos fueron tratados en epígrafes anteriores por lo que este apartado estará enfocado al tercer aspecto. La comparación se hace indispensable con el fin de demostrar una correspondencia entre los elementos necesarios para el cálculo de las métricas de tamaño funcional a partir de la representación de los procesos de negocios, de forma tal que las variables involucradas en el cálculo de las métricas puedan ser instanciadas desde los procesos

Tabla 1: Variables definidas para evaluar la complejidad de los procesos de negocios.

Elementos	Métrica de Puntos de Función	Características de procesos de negocios
Frontera	Indica los límites de la aplicación que está siendo medida. Hay tantas fronteras como sistemas con los cuales actúa el que se va a construir.	El número de fronteras se define como la cantidad de entidades externas que se relacionan con el proceso.
Archivos Lógicos Internos	Grupo de datos relacionados lógicamente que residen enteramente dentro de los límites del sistema.	Se corresponden con la cantidad total de Objetos de Datos manipulados en el proceso.
Archivos de interface Externa	Grupo de datos relacionados lógicamente que se usan solamente con fines de referencia. Los datos residen enteramente fuera de los límites de la aplicación.	Objetos de Datos necesarios a las actividades, que no forman parte del proceso de negocio, sino que se requieren desde fuentes externas.
DET	Campos dentro de los ficheros	Campos dentro de los objetos de Datos.
RET	Conjunto de datos que pueden ser obligatorios u opcionales. Un RET puede ser el propio fichero en caso de no identificar subgrupos.	Subgrupos de datos dentro de los objetos de datos.
Consultas Externas	Proceso elemental con componentes de entrada y salida donde un actor del sistema rescata datos de Archivos Lógicos Internos o Externos.	Número de actividades que requieren de la consulta de datos procedentes de fuentes externas a la organización.

de negocios y de esa manera no esperar a etapas más avanzadas del proceso de desarrollo.

Las métricas escogidas para establecer la comparación son:

- Métrica basada en puntos de objeto (PO).
- Métrica basada en puntos de función (PF).
- Métrica basada en puntos de casos de usos (PCU).

Métrica basada en puntos de objeto (PO)

Esta técnica permite precisar el tamaño del sistema a partir de unidades independientes del lenguaje de programación. Se basa en un conjunto reducido de elementos que recogen la finalidad del sistema como las Pantallas y los Reportes, y tiene en cuenta la reusabilidad de componentes.

Métrica basada en puntos de función (PF)

El método de puntos de función permite la creación de una medida de unidad de

trabajo para supervisar tanto el costo de funcionamiento así como la prestación funcional. Esta medida puede satisfacer tanto las necesidades de la organización en IT para supervisar los acuerdos del *outsourcing* y las necesidades del usuario para garantizar el valor de la prestación. Además, el uso de puntos función provee la oportunidad de establecer comparaciones con los diferentes niveles de rendimiento de la industria. Ofrece una idea clara de la funcionalidad, del tamaño de la misma y del presupuesto necesario. Puede sostener la elaboración de una planificación realista. Es objetivo y fácil de usar. Soporta además

la comunicación entre la administración, los usuarios y proveedores. Cumple con la norma ISO 14143 (Busquelle, 2010).

A partir de las relaciones establecidas en las tablas anteriores se puede observar que cada uno de los elementos que son necesarios para el cálculo de métricas de tamaño funcional se pueden instanciar desde la modelación de los procesos de negocios, es indiscutible que mientras más avanzado este el proyecto el grado de certeza es mayor, pero no se debe esperar a etapas tan avanzadas de los proyectos para decidir su viabilidad.

Tabla 4: Elementos de la métrica de PCU comparados con características de los procesos de negocio.

Elemento	Métrica de PCU	Características de Procesos de Negocios
Actores	Personas o Sistemas que interactúan con el sistema a construir.	Roles asociados a las actividades
Casos de Uso	Secuencia de Acciones que brindan valor para el usuario	Actividades del proceso que se informatizarán.
Transacciones	Funciones que se llevan a cabo dentro de un caso de uso.	Funciones informatizables que desempeñan los actores del negocio.

Atendiendo además que el uso de estas métricas ha sido certificada y difundida por instituciones de software y que son de indiscutible valor podemos afirmar que existe una relación entre los elementos representados en los procesos de negocios y las variables involucradas en el cálculo de la métrica por lo que se afirma entonces que los elementos recolectados desde el modelado de los procesos de negocio inciden en la complejidad del desarrollo de un producto software.

Resultado y discusión

Definición de variables

En las tablas mostradas en el epígrafe anterior se muestra que cada una de las variables que intervienen en el cálculo de las métricas pueden instanciar con los elementos que se identifican en la representación de procesos de negocios y por otra parte, los elementos definidos en la representación de procesos de negocios pueden incidir en el cálculo de estas métricas a partir de la analogía que se pudo establecer entre ellos en epígrafes anteriores.

Estas comparaciones que avalan la relación que existe entre las variables necesarias para calcular las métricas de tamaño funcional y los elementos que están disponibles en la representación de procesos de negocios, una etapa bien temprana en el desarrollo de un proyecto de software, hace posible la definición de un conjunto de variables que están en concordancia con los elementos extraídos de los procesos de negocios.

Variables para la estimación en proyectos de software a partir de los procesos de negocios

- 1) Número de tareas (NT)
- 2) Número de sujetos (NS)
- 3) Número de entidades diferentes (NE)
- 4) Número máximo de dependencias por tareas (NMD)
- 5) Número de fronteras del negocio (NFN)
- 6) Número de mecanismos de control (NMC)

Las variables definidas anteriormente son instanciadas a partir de la cantidad de elementos representados en un proceso de negocio. Por ejemplo, si en el proceso hay representadas 6 tareas entonces $NT = 6$.

Si existen en todo el flujo del proceso 4 entidades pero una de las entidades se encuentra representada en más de una ocasión, solo se contará una vez y por lo tanto $NE = 4$. En el caso del NMD, después de analizar el número de entradas necesarias para cada una de las tareas representadas, será tomada la tarea que necesite más entradas para realizarse y el número de entradas será el valor de la variable NMD.

Aplicación de las variables definidas en trabajos de investigación

Como se ha venido mencionando en el transcurso de este trabajo, la estimación de proyectos de software es una tarea compleja, estimar en etapas tempranas es vital para determinar la viabilidad del proyecto y no incurrir en gastos de recursos innecesarios. La modelación de procesos de negocios es una actividad importante dentro del proceso de desarrollo de sistemas empresariales y se lleva a cabo en la etapa inicial del proceso de desarrollo de software.

O'Farrill en (O'Farrill, 2012) define un procedimiento capaz de evaluar el nivel de complejidad que demanda la informatización de un proceso de negocio lineal o expandido, a partir de su representación gráfica, en notaciones de procesos altamente difundidas, UML, BPMN e IDEF, y basándose en factores de la industria del software cubana como: infraestructura, experiencia del equipo de desarrollo en trabajos similares, estabilidad de los procesos, reusabilidad de componentes, usabilidad de herramientas CASE, que inciden en la informatización. A partir de un conjunto de procesos de negocios, en su mayoría pertenecientes a industrias cubanas, que fueron representados gráficamente se conformó una base de casos tomando como base las variables definidas en este trabajo, y cada una de ellas quedó instanciada. Aplicando la técnica de Conglomerado en Dos Fases que alberga el software estadístico SPSS se logró clasificar el nivel de complejidad de los casos de la base, y extrayendo conocimiento de la base de casos haciendo uso del método de árbol de decisión con la técnica CART y de los factores de la industria de software cubana citados anteriormente se logró establecer el procedimiento.

Bandomo en (Bandomo, 2014) hace uso de

las variables definidas, e incrementa el número de casos de la base construida por (O'Farrill, 2012) que propone un procedimiento que permite evaluar la complejidad de un proceso de negocio a partir de su representación gráfica, aplicando para ello métodos de Inteligencia artificial.

Conclusiones

Determinar la complejidad de desarrollar un producto software en etapas tempranas es vital para determinar su viabilidad estimando factores como costos, tiempo y esfuerzos. Se define y caracteriza un grupo de variables: Número de tareas (NT), Número de sujetos (NS), Número de entidades diferentes (NE), Número máximo de dependencias por tareas (NMD), Número de fronteras del negocio (NFN), Número de mecanismos de control (NMC) para la estimación de complejidad para la informatización de sistemas de información. Estas variables pueden ser instanciadas a partir de elementos recopilados en la representación de los procesos de negocios que están disponibles en una etapa temprana en el proceso de desarrollo de software.

Bibliografía

- Anton Annie. (1996) «Goal Based Requirements Analysis,» en Proceeding of Second International Conference on Requirements Engineering. ICRE '96, pp. 136-144.
- Bandomo, L. (2014). «Procedimiento para evaluar el nivel de complejidad de los procesos de negocio a partir de su representación gráfica.». Tesis Pregrado, Facultad de Matemática, Física y Computación, Universidad Central «Marta Abreu» de las Villas. Cuba.
- Booch, G., Rumbaugh, J., Jacobson, I. (1999): The Unified Modeling Language User Guide. (Editorial Addison-Wesley).
- J. E. Busquelle. (2010) «Análisis de Puntos de Función». *Lámpasakos*, No. 4, Julio - Diciembre. ISSN: 2145-4086, 59-61.

Variables para la estimación en sistemas de información a partir de los procesos de negocios

- Losavio, F.; Guzmán, J.C. & Matteo, A. (2011). Correspondencia Semántica entre los lenguajes BPMN y GRL. Revista Venezolana de Información, Tecnología y Conocimiento *Enl@ace*, 8(1), 11-29.
- Nieto, P. N. (2008). Tesis Doctoral «Umbrales para Métricas Orientadas a Objetos». Universidad Abierta Interamericana.
- O’Farrill, L. (2012). «Procedimiento para evaluar el nivel de complejidad de la informatización de los procesos de negocio a partir de su representación gráfica.». Tesis de Maestría, Facultad de Matemática, Física y Computación, Universidad Central «Marta Abreu» de las Villas. Cuba.
- Pressman, Roger. (2010) *Software Engineering: Practitioner’s Approach, Seventh Edition*. Published by McGraw-H. ISBN 978-0-07-337 597 -7.
- Recalled, O; Lopez A. (2010) «Estimación Basada en Casos de Uso UCP – Use Case Points». Tesis de Maestría. Universidad Politécnica de Madrid, Madrid.
- Rodríguez, D., Pollo-Cattaneo, F., Britos, P., García- Martínez, R. (2010) «Estimación Empírica de Carga de Trabajo en Proyectos de Explotación de Información». *Anales del CACIC 2010 – XVI Congreso Argentino de Ciencias de la Computación*, 664-673.
- Viega, L. (2007) «Procesos de Negocio y Ventajas Competitivas». Universidad ORT Uruguay.

Recibido: 22 de agosto de 2014.
Aprobado en su forma definitiva:
10 de diciembre de 2014

Lianny O’Farrill Fernández
Universidad Central Marta Abreu de Las Villas, Cuba.
Correo-e.: lofarrill@uclv.edu.cu

Liset Bandomo Toledo
Universidad Central Marta Abreu de Las Villas, Cuba.
Correo-e.: lbandomo@uclv.edu.cu
