

Refactorización selectiva de Procesos de Negocio

María Fernández-Ropero, Ricardo Pérez-Castillo, Mario Piattini

Instituto de Tecnologías y Sistemas de Información (ITSI), Universidad of Castilla-La Mancha,
Paseo de la Universidad 4 13071, Ciudad Real, España

{MariaS.Fernandez, Ricardo.PdelCastillo, Mario.Piattini}@uclm.es

Resumen. Los modelos de procesos de negocio se han convertido en uno de los activos más importantes para las organizaciones. Las organizaciones intentan disponer de representaciones precisas de sus procesos de negocio, por lo que deben enfrentarse, durante el ciclo de vida de los procesos de negocio, a defectos en la calidad en dichas representaciones como, por ejemplo, la falta de entendibilidad y modificabilidad. Estos defectos se acentúan cuando los modelos de procesos de negocio han sido extraídos mediante ingeniería inversa (por ejemplo desde los sistemas de información que los soportan parcialmente). En este caso, la refactorización puede ser usada para modificar la representación de los procesos de negocio preservando su comportamiento externo. Este trabajo propone una técnica para seleccionar el conjunto de operadores de refactorización más apropiado en cada caso a fin de maximizar la mejora de entendibilidad y modificabilidad de los modelos de procesos de negocio. La técnica considera un conjunto de medidas presentes en la literatura para evaluar entendibilidad y modificabilidad, y define un conjunto de indicadores para dichas medidas para priorizar la aplicación de cada uno de los operadores de refactorización.

Palabras clave: Modelos de Procesos de Negocio; Refactorización; Entendibilidad; Modificabilidad

1 Introducción

Los procesos de negocio describen una secuencia de actividades de negocio coordinadas, así como los roles y recursos involucrados en ellas, que la organización debe llevar a cabo para conseguir sus objetivos de negocio comunes [1]. Los procesos de negocio son actualmente reconocidos como uno de los activos de negocio intangible que más ventaja competitiva puede aportar a las organizaciones, si estas realizan una gestión apropiada de ellos [2], ya que permiten a las organizaciones adaptarse ágilmente a los cambios. Para gestionar adecuadamente los procesos de negocio es necesario representarlos mediante modelos que simplifiquen la realidad atendiendo a notaciones estándares, siendo BPMN (*Business Process Modeling Notation*) [3] la que se está imponiendo en los últimos años al ser una notación entendida tanto por analistas de sistemas como expertos de negocio.

Las empresas cada vez prestan más atención en describir fielmente sus procesos de negocio y con un grado de calidad óptimo. Es decir, representaciones que eviten de-

fectos que afecten a la entendibilidad y modificabilidad, entre otras. Tanto entendibilidad como modificabilidad son las características de calidad consideradas más influyentes en la calidad final percibida de los procesos de negocio [4, 5].

Los defectos de calidad que presentan los modelos de procesos de negocio se manifiestan en mayor medida en aquellos que son extraídos semi-automáticamente mediante ingeniería inversa a partir de, por ejemplo, los sistemas de información que los soportan. El aumento del nivel de abstracción común a cualquier técnica de ingeniería inversa implica lamentablemente cierta pérdida de semántica. Por ejemplo, los modelos de procesos de negocio obtenidos pueden contener un gran número de *gateways* anidados que aumentan su complejidad.

Una solución para mejorar la entendibilidad y modificabilidad de ese tipo de modelos de procesos de negocio es la refactorización. Las técnicas y algoritmos de refactorización modifican la estructura interna de los modelos de procesos de negocio sin alterar su semántica y comportamiento externo, de forma que estos modelos sean más entendibles y/o modificables, y por lo tanto, se reduzcan los costes derivados de su gestión y mantenimiento [6].

Uno de los desafíos de la refactorización de modelos de procesos de negocio es la elección del conjunto de operadores de refactorización a aplicar, así como el orden en el que hacerlo, para un determinado modelo de procesos de negocio. De hecho, los operadores de refactorización propuestos en la literatura son aplicados siguiendo dos enfoques: (1) aplicar el conjunto completo de operadores de refactorización disponibles y (2) aplicar un subconjunto de estos operadores de refactorización bajo la decisión de un experto de negocio. No obstante, ambos enfoques no aseguran que se obtenga la mayor ganancia de calidad posible, es decir, el operador de refactorización que es bueno para mejorar la calidad de un cierto modelo de procesos de negocio puede que no sea apropiado para otro modelo. Este artículo aborda este reto mediante la propuesta de una técnica que aplica operadores de refactorización de forma selectiva basándose en mediciones e indicadores de calidad.

La contribución principal de este artículo se estructura en tres líneas bien definidas. Primero, la técnica propone un conjunto de operadores o reglas de refactorización para modelos de procesos de negocio especialmente obtenidos mediante ingeniería inversa. Segundo, se propone un mecanismo de evaluación de las características de calidad de entendibilidad y modificabilidad mediante un conjunto de medidas obtenidas de la literatura [5, 7, 8]. Tercero, la técnica define de forma heurística un conjunto de indicadores para las medidas anteriores, así como un conjunto de reglas basadas en umbrales que indican si un operador de refactorización debe ser aplicado o no en el modelo de proceso de negocio bajo estudio. Adicionalmente, a fin de facilitar la adopción de esta técnica, se ha desarrollado una herramienta que instrumentaliza dicha técnica.

El resto del documento se organiza de la siguiente manera: la sección 2 resume los trabajos relacionados; la sección 3 detalla las medidas utilizadas para evaluar la entendibilidad y modificabilidad; la sección 4 presenta en detalle los operadores de refactorización; la sección 5 define los indicadores basados en las medidas propuestas y el conjunto de reglas para determinar el/los operador/es de refactorización más ade-

cuados; la sección 6 describe brevemente la herramienta de soporte; y por último, la sección 7 expone las conclusiones y trabajo futuro.

2 Trabajos Relacionados

Hoy en día existe un gran interés en solucionar los problemas de calidad que se pueden presentar a la hora de modelar procesos de negocio. Este interés ha ido creciendo en los últimos años y varios autores han investigado el impacto de las características de calidad en los modelos de procesos de negocio. Todos ellos concluyen que es necesario garantizar la entendibilidad y modificabilidad en un modelo de procesos de negocio, ya que éstos son un artefacto clave en el desarrollo de sistemas de información. El principal objetivo en cada uno de estos trabajos es determinar los parámetros que influyen en las características de calidad entendibilidad y modificabilidad como es el caso de los trabajos [4, 5, 8-10]. Estos trabajos proponen varias métricas para medir estas características de calidad como el número de tareas, el número de conectores, etc.

Otros trabajos como [6, 11, 12] proponen mejorar la calidad de los modelos de procesos de negocio mediante la refactorización y, de esta forma, obtener modelos de procesos más entendibles y más fáciles de mantener. Para poder realizar esto los autores de estos trabajos proponen varios escenarios en los que sería necesario aplicar algún operador de refactorización con el fin de mejorar el modelo y qué operador de refactorización en concreto sería necesario aplicar.

Sin embargo, ninguno de los anteriores trabajos propone utilizar las métricas de calidad que evalúan la entendibilidad y modificabilidad para descubrir los escenarios en los que sería necesario aplicar cada uno de los operadores de refactorización propuestos y, por tanto, ser capaz de aplicar el conjunto más adecuado de operadores de refactorización en lugar de aplicar todos ellos de forma indiscriminada.

3 Medidas de Entendibilidad y Modificabilidad

En esta sección se muestran una serie de medidas definidas para medir la entendibilidad y la modificabilidad de un modelo de procesos de negocio, las cuales han sido validadas de forma empírica por *Rolon et al.* en [7, 8] y *Sánchez-González et al.* en [5]. A continuación se muestra su definición así como sus abreviaturas que son utilizadas a lo largo del documento, divididas dependiendo la característica que evalúa.

3.1 Medidas para evaluar la entendibilidad

- **Número total de eventos** (TNE - *Total Number of events*): Esta variable es relativa al número total de eventos en un modelo de procesos de negocio, es decir, a la suma de eventos de inicio, eventos intermedios y eventos finales.
 - **Número total de eventos de inicio** (TNSE – *Total Number of Start Event*): Relativa únicamente a los eventos de inicio.

- **Número total de eventos intermedios** (TNIE – *Total Number of Intermediate Event*): Relativa únicamente a los eventos intermedios.
- **Número total de eventos de fin** (TNEE – *Total Number of End Event*): Relativa únicamente a los eventos de fin.
- **Número de objetos de datos de salida de actividades** (NDOOut - *Number of data objects which are outputs of activities*): Es el número de objetos de datos que son salida de actividades, es decir, que son el destino de un flujo de asociación en el que el origen es una actividad.
- **Número de objetos de datos de entrada de actividades** (NDOIn - *Number of data objects which are inputs of activities*): Es el número de objetos de datos que son entrada de actividades, es decir, que son el origen de un flujo de asociación en el que el destino es una actividad.
- **Número de nodos** (NN - *Number of Nodes*): Esta variable es relativa al número de actividades y elementos de flujo en un modelo de procesos de negocio.
- **Grado promedio de puertas de enlace (Gateway)** (AGD - *Average Gateway Degree*): Expresa el promedio del número de arcos de entrada y salida que tiene una puerta de enlace.
- **Profundidad** (Dep - *Depth*): Es el máximo anidamiento de bloques estructurados en un modelo de procesos de negocio.

3.2 Medidas para evaluar la modificabilidad

- **Nivel de conectividad entre actividades** (CLA - *Connectivity level between activities*): Es el cociente entre el número total de actividades y el número de flujos de secuencia entre actividades.
- **Separabilidad** (Sep - *Separability*): Es el cociente entre el número de vértices de corte (como las puertas de enlace o los eventos intermedios) entre el número total de nodos del modelo de procesos de negocio.

3.3 Medidas para evaluar tanto entendibilidad como modificabilidad

- **Número total de puertas de enlace (Gateway)** (TNG - *Total Number of gateways*): Esta variable es relativa al número total de puerta de enlace en un modelo de procesos de negocio, sea cual sea su tipo.
- **Número de flujos de secuencia procedente de un evento** (NSFE - *Number of sequence flows from event*): Esta variable es relativa al número de flujos de secuencia que tiene como origen un evento.
- **Número de flujos de asociación** (NAF - *Number of association flows*): Es el número de flujos de asociación existentes en un modelo de procesos de negocio.
- **Número de flujos de secuencia procedentes de una puerta de enlace** (NSFG - *Number of sequence flows from gateways*): Esta variable es relativa al número de flujos de secuencia que tienen como origen una puerta de enlace.
- **Densidad** (Den - *Density*): Es el cociente del número total de arcos en un modelo de procesos de negocio entre el número máximo de arcos posibles.

- **Coefficiente de Conectividad** (CC - *Coefficient of Connectivity*): Es el cociente entre el número total de arcos en un modelo de procesos de negocio entre el número total de nodos.
- **Secuencialidad** (Seq - *Sequentiality*): Es el grado en que se construye el modelo mediante secuencias puras de tareas.

4 Operadores de Refactorización

A continuación se muestran los escenarios (ER) más relevantes en los que se hace necesario aplicar un operador de refactorización, también denominados *smells* en varios trabajos, los cuales que han sido recogidos de la literatura en [6, 11, 13, 14] y adaptados al caso concreto de procesos de negocio obtenidos mediante ingeniería inversa. Junto a estos escenarios se muestra su identificador, para posterior identificación, una descripción, una breve discusión sobre el mismo, las medidas utilizadas para su detección de las comentadas en el apartado anterior, el operador de refactorización (OR) que sería necesario aplicar y la mejora que ofrece la aplicación de dicho operador en la calidad. En la Tabla 1 puede verse gráficamente cada uno de estos escenarios y su resultado tras aplicar el operador de refactorización correspondiente.

4.1 ER1: Nombres no definidos en lenguaje natural de actividades o procesos

Descripción: las actividades y procesos deben tener un nombre característico que revele su propósito. Al obtener los procesos de negocio a partir de ingeniería inversa y teniendo en cuenta que el código fuente fue desarrollado siguiendo la nomenclatura oportuna (clases que comienzan en mayúscula, métodos que empiezan en minúscula, no espacios entre nombres, etc.) las actividades y procesos tendrán un nombre correcto pero sin espacios. Será necesario aplicar un algoritmo que separe las palabras y coloque el primer carácter en mayúscula.

Discusión: estudios proponen utilizar una nomenclatura basada en un formato de verbo-objeto. En nuestro caso, ya se cumple dicha nomenclatura y sólo es necesario separar las palabras para adecuarlas al lenguaje natural.

Operador OR1: separa palabras teniendo en cuenta que una letra mayúscula indica el inicio de una nueva palabra y varias letras mayúsculas consecutivas indican una única palabra, normalmente siglas (Véase Tabla 1).

Medida para su detección: no existe ninguna medida para su detección. Se aplica a todas las actividades y procesos.

Mejora de calidad: entendibilidad.

4.2 ER2: Anidamiento innecesario

Descripción: al obtener los procesos de negocio a partir de ingeniería inversa se incrementa la posibilidad de que existan puertas de enlace (gateways) anidados que aumenten la complejidad. En estos casos, se deben sustituir por alternativas equiva-

lentes más fáciles de comprender por los usuarios. De esta forma, se aumenta la entendibilidad del modelo y hace el mantenimiento del mismo menos costoso.

Discusión: varios estudios demuestran que esta complejidad en el modelo provoca una falta de entendibilidad. Además, existen estudios que proponen medidas para comparar la similitud de varias estructuras.

Operador OR2: si existen dos o más gateways anidados del mismo tipo se sustituyen por un único gateway de ese tipo. (Véase Tabla 1).

Medida para su detección: Den, NN, TNG, NSFG, Dep, Sep, AGD.

Mejora de calidad: entendibilidad y modificabilidad.

4.3 ER3. Malas prácticas en el modelado de procesos de negocio

Descripción: al obtener los procesos de negocio a partir de ingeniería inversa existe la posibilidad de que los modelos no sigan las buenas prácticas recomendadas en el modelado de BPMN.

Discusión: en numerosos artículos recomiendan como buena práctica a la hora de modelar el usar siempre gateways divisores y unificadores. La aplicación de estos gateways debe coincidir.

Operador OR3: Se añade un Gateway exclusivo entre estas actividades. (Véase Tabla 1).

Medida para su detección: CLA.

Mejora de calidad: entendibilidad.

4.4 ER4: Anidamiento innecesario 2

Descripción: al obtener los procesos de negocio a partir de ingeniería inversa se incrementa la posibilidad de que existan gateways anidados que aumenten la complejidad. En estos casos, se deben sustituir por alternativas equivalentes más fáciles de comprender por los usuarios. De esta forma, se aumenta la entendibilidad del modelo y hace el mantenimiento del mismo menos costoso.

Discusión: varios estudios demuestran que esta complejidad en el modelo provoca una falta de entendibilidad. Además, existen estudios que proponen medidas para comparar la similitud de varias estructuras.

Operador OR4: si existen dos o más gateways anidados del mismo tipo se sustituyen por un único gateway de ese tipo. (Véase Tabla 1).

Medida para su detección: Den, NN, TNG, Dep, Sep, AGD.

Mejora de calidad: entendibilidad y modificabilidad.

4.5 ER5. Actividades pequeñas consecutivas

Descripción: al obtener los procesos de negocio a partir de ingeniería inversa existe la posibilidad de que se obtengan numerosas actividades pequeñas consecutivas que no representen gran cantidad de lógica de negocio. Si existen dos o más actividades consecutivas que acceden (leen y/o escriben) únicamente a los mismos datos (data object) y son ejecutadas por el mismo rol puede ser síntoma de que pueden agruparse en una sola actividad que represente el comportamiento de las anteriores.

Discusión: en los modelos de procesos de negocio se puede dar el caso de que una actividad pertenezca a otra, es decir, que tengan semántica similar [14] y por tanto se puedan agrupar.

Operador OR5: estas actividades pequeñas pasan a ser una única actividad (simple) con el mismo comportamiento que las anteriores. En esta refactorización se debe dar un nombre a la nueva actividad que sea representativo de las actividades de las que procede. Una opción es ponerle el nombre de la primera y de la última actividad. (Véase Tabla 1).

Medida para su detección: métrica propuesta por *Smirnov* en [14], NAF, NDOOut, NDOIn, Seq.

Mejora de calidad: entendibilidad y modificabilidad.

4.6 ER6. Fragmentos redundantes

Descripción: en un modelo de procesos de negocio pueden existir fragmentos que contengan la misma lógica de control de flujo. Este hecho hace que el mantenimiento sea más costoso ya que un cambio en el modelo debe ser propagado en todas las ocurrencias de ese fragmento de forma manual y esto puede repercutir en errores de concordancia.

Discusión: una de las razones más comunes para esta redundancia en los modelos se debe a la tendencia a utilizar el copy-paste. Esto provoca que un simple cambio en uno de ellos deba ser reeditado manualmente en cada una de sus ocurrencias. En numerosos artículos se recomienda definir una únicamente vez dicho fragmento de forma global para prevenir errores y mejorar la entendibilidad.

Operador OR6: estos fragmentos del modelo que están duplicados pasan a ser una única actividad compleja que es referenciada en el modelo. (Véase Tabla 1).

Medida para su detección: para su consecución se utilizan métricas capaces de determinar la similitud entre dos fragmentos del modelo como la propuesta por *Dijkman* en [6].

Mejora de calidad: entendibilidad y modificabilidad.

4.7 ER7. Eventos de inicio y/o de fin no conectados

Descripción: al obtener los procesos de negocio a partir de ingeniería inversa existe la posibilidad de que los modelos no estén conectados con los eventos de inicio y/o fin.

Discusión: todos los modelos de procesos de negocio deben comenzar con evento de inicio y finalizar con un evento de finalización.

Operador OR7: realiza la conexión del evento de inicio con la primera actividad y la conexión del evento de finalización con la última actividad. (Véase Tabla 1).

Medida para su detección: TNE, NSFE, CC.

Mejora de calidad: entendibilidad.

4.8 ER8. Varios eventos de finalización

Descripción: al obtener los procesos de negocio a partir de ingeniería inversa existe la posibilidad de que exista más de un evento de finalización [13].

Discusión: al existir más de un evento de finalización se disminuye la entendibilidad del modelo. Por ese motivo, es necesario utilizar fragmentos similares que aporten más entendibilidad.

Operador OR8: se agrupan todas las tareas finales en un gateway exclusivo, es decir, que el flujo terminará cuando uno de los posibles caminos active la puerta de enlace. Aplicar después de OR7. (Véase Tabla 1).

Medida para su detección: TNEE.

Mejora de calidad: entendibilidad.

4.9 ER9. Varias actividades consecutivas

Descripción: al obtener los procesos de negocio a partir de ingeniería inversa existe la posibilidad de que se obtengan numerosas actividades consecutivas. Esto se debe a que cada método es representado como una actividad y puede ser que un método invoque a otro método, este a su vez invoque a un tercero y así sucesivamente.

Discusión: una sucesión de actividades que no son relevantes puede provocar falta de entendibilidad en el modelo. Por ese motivo es preferible agrupar las actividades comprendidas entre la segunda y la penúltima en una sola actividad.

Operador OR9: estas actividades pasan a ser una única actividad (simple) con el mismo comportamiento que las anteriores de forma consecutiva. En esta refactorización se debe dar un nombre a la nueva actividad que sea representativo de las actividades de las que procede. Una opción es ponerle el nombre de la segunda y de la penúltima. (Véase Tabla 1).

Medida para su detección: CLA, Seq.

Mejora de calidad: entendibilidad y modificabilidad.

Tabla 1. Escenarios de Refactorización (ER).

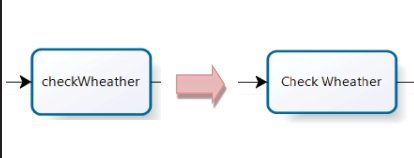
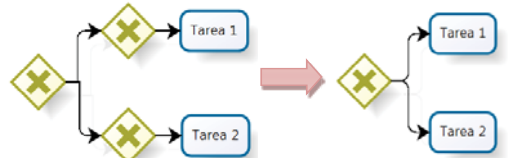
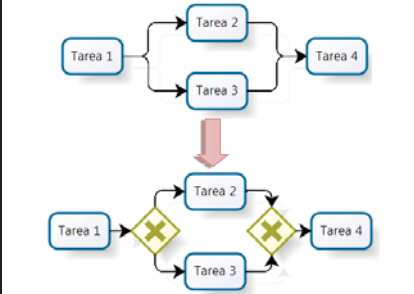
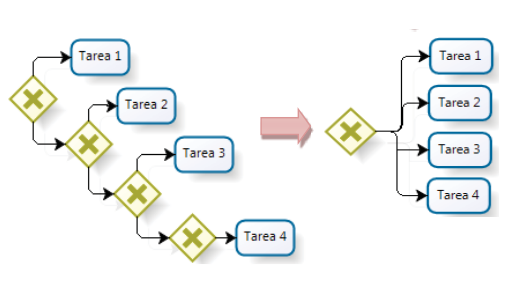
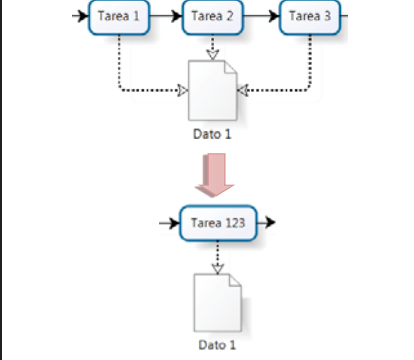
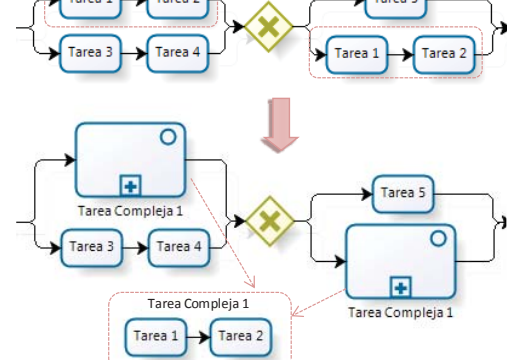
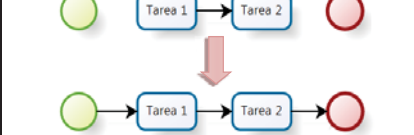
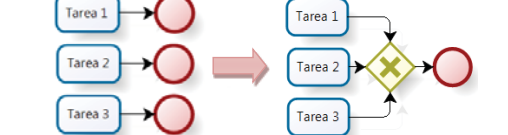
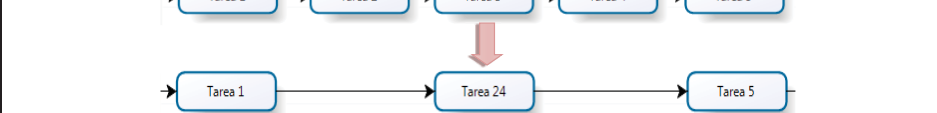
<p>ER1: Nombres no definidos en lenguaje natural de actividades o procesos</p>	<p>ER2: Anidamiento innecesario</p>
	
<p>ER3: Malas prácticas en el modelado de procesos de negocio</p>	<p>ER4: Anidamiento innecesario 2</p>
	
<p>ER5: Actividades pequeñas consecutivas</p>	<p>ER6: Fragmentos redundantes</p>
	
<p>ER7: Eventos de inicio y/o de fin no conectados</p>	<p>ER8: Varios eventos de finalización</p>
	
<p>ER9: Varias actividades consecutivas</p>	
	

Tabla 2. Relación entre medidas y operadores de refactorización.

	OR1	OR2	OR3	OR4	OR5	OR6	OR7	OR8	OR9
TNE							♦	♦	
TNG		♦		♦					
NSFE							♦		
NMF					♦				
NSFG		♦							
NDOOut					♦				
NDOIn					♦				
CLA			♦						♦
NN		♦		♦					
Den		♦		♦					
CC							♦		
AGD		♦		♦					
Sep		♦		♦					
Seq					♦				♦
Dep		♦		♦					
<i>Dijkman</i>						♦			

A modo resumen se presenta en la Tabla 2 una matriz de operadores de refactorización y medidas en la que se especifica qué medidas intervienen o afectan en la aplicación de un determinado operador de refactorización.

5 Indicadores y Reglas de Refactorización Selectiva

Una vez descritos los posibles operadores de refactorización junto las medidas para su detección se muestran en la Tabla 3 qué valores han de tener de dichas medidas para activar cada uno de los operadores de refactorización. Además, se muestra la mejora realizada en base a las medidas. En la primera columna aparece el identificador de la refactorización, en la segunda columna aparecen las medidas que son necesarias medir para promover su aplicación, en la tercera columna se muestran los intervalos a los que deben pertenecer los valores de las mediciones para que se realice dicha refactorización, y en la última columna se muestra los nuevos valores de las medidas tras la aplicación de la refactorización en base a los valores iniciales. Estos intervalos han sido establecidos de manera heurística tras la observación de numerosos modelos de procesos de negocio reales. El subíndice “f” simboliza el valor final de la medida y el subíndice “i” simboliza el valor inicial de la medida.

En algunos casos los valores de las mediciones pueden ser insuficientes para aplicar la refactorización por lo que haría falta la opinión de un experto. Estos casos son simbolizados en la Tabla 3 mediante la etiqueta “*Expert*”.

Tabla 3. Intervalos para la activación de cada uno de los operadores de refactorización. Se asume un operador lógico OR entre los distintos intervalos para la activación de cada operador.

Operador Refact.	Medida para su detección	Intervalos para su activación	Mejora en las medidas
OR2	Den, NN, TNG, NSFG, Dep, Sep, AGD.	Si NSFG = 1 Si AGD = 2 Si $\frac{TNG}{NN} > \frac{1}{2}$ Si Den = 2 & Dep = 2 $\rightarrow Expert$	$NN_f < NN_i$ $NSFG_f = 1$ $TNG_f < TNG_i$ $Den_f < Den_i$ $Dep_f < Dep_i$ $AGD_f > AGD_i$
OR3	CLA	Si CLA < 1	$CLA_f > CLA_i$ $TNSF_f > TNSF_i$ $TNG_f > TNG_i$
OR4	Den, NN, TNG, Dep, Sep, AGD.	Si $\frac{TNG}{NN} > \frac{1}{2}$ Si AGD = 3 $\rightarrow Expert$ Si Den = 2 & Dep = 2 $\rightarrow Expert$	$NN_f < NN_i$ $NSFG_f > NSFG_i$ $TNG_f < TNG_i$ $Den_f < Den_i$ $Dep_f < Dep_i$ $AGD_f > AGD_i$
OR5	NAF, NDOOut, NDOIn, Seq.	Si NAF > NDOOut + NDOIn & Seq ≥ 3	$NAF_f < NAF_i$ $NN_f < NN_i$
OR6	Medida propuesta por <i>Dijkman</i> [6]	Reglas propuestas por <i>Dijkman</i> [6]	$NN_f < NN_i$ $Den_f < Den_i$
OR7	TNE, NSFE, CC	Si TNE > NSFE Si CC < 1	$NSFE_f > NSFE_i$ $CC_f > CC_i$
OR8	TNEE	Si TNEE > 1	$TNEE_f = 1$ $NN_f < NN_i$ $CC_f > CC_i$
OR9	CLA, Seq	Si CLA = 1 & Seq ≥ 5	$Seq_f < Seq_i$ $CLA_f = CLA_i$ $NN_f < NN_i$

6 Herramienta de Soporte

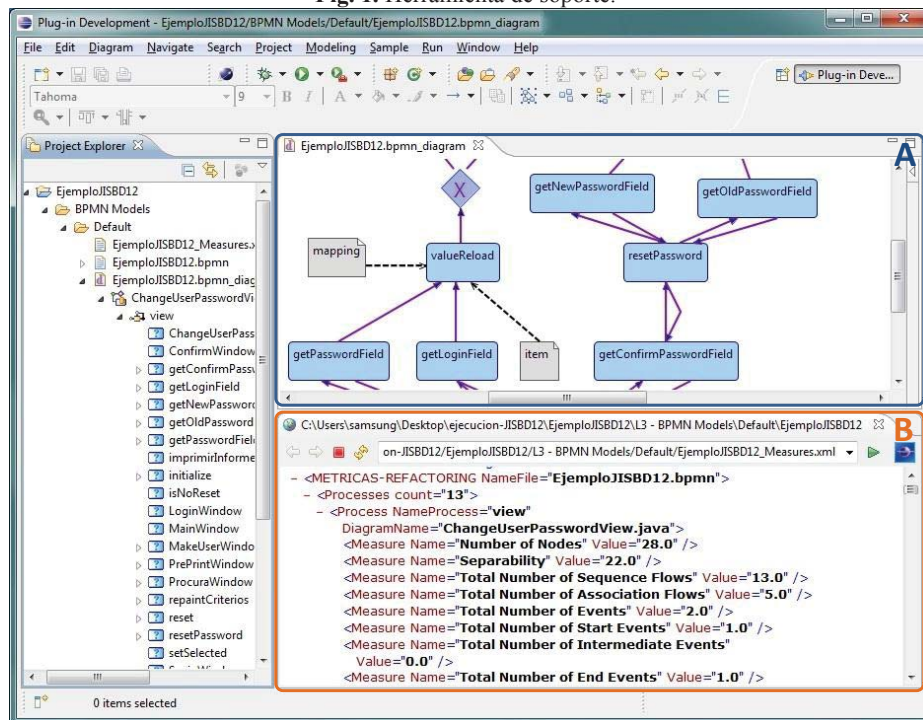
Actualmente se está trabajando en la implementación de una herramienta que permita calcular las medidas comentadas en la sección 2 respectivas a un modelo de proceso de negocio concreto. Junto a estas métricas también se están implementando los operadores de refactorización mostrados en la Tabla 1 y el conjunto de reglas mostradas en la Tabla 3 para su activación. Esta herramienta está siendo implementada como un plug-in para Eclipse™ de tal forma que sea compatible con otras herramientas de ingeniería inversa que han sido implementadas como plug-in para este entorno de desarrollo y obtienen procesos de negocio a partir de código fuente (por ejemplo, la herramienta MARBLE [15]).

En la Fig. 1 se muestra un extracto de la herramienta desarrollada. En la parte A de la figura se muestra el modelo de procesos de negocio que se pretende refactorizar

representado gráficamente bajo la notación BPMN. En la parte B de la figura se encuentran los valores de las medidas implementadas correspondientes a dicho modelo de procesos de negocio mostrado como ejemplo.

El objetivo de esta herramienta es realizar casos de estudios que permitan refinar y/o modificar las reglas de activación definidas en este trabajo y obtener los indicadores más adecuados para cada una de las medidas.

Fig. 1. Herramienta de soporte.



7 Conclusiones y Trabajo Futuro

El trabajo presenta una técnica de refactorización selectiva de modelos de procesos de negocio basada en mediciones de calidad. Esta idea se aparta de la idea convencional de aplicar operadores de refactorización de forma indiscriminada o mediante un experto de negocio. La idea es guiar las refactorizaciones usando los valores de las mediciones de las características de entendibilidad y modificabilidad con el fin de asegurar un mejor resultado final.

La técnica propone utilizar un conjunto de 18 medidas para evaluar las características de calidad de entendibilidad y/o modificabilidad de los modelos de procesos de negocio. Posteriormente, la técnica define un conjunto de indicadores y reglas basadas en dichas medidas con el fin de determinar el conjunto más apropiado de operadores de refactorización que permita aumentar en mayor medida el grado de calidad de un

determinado modelo de proceso de negocio. Mientras que las medidas para estas características de calidad se han extraído mediante una revisión sistemática de la literatura, los umbrales de los indicadores obtenidos a partir de esas medidas así como las reglas para aplicar unos operadores de refactorización han sido definidos heurísticamente.

Este trabajo piloto, en el cual se ha desarrollado además una herramienta de soporte, está permitiendo en la actualidad aplicar la técnica de refactorización selectiva a diferentes modelos de proceso de negocio obtenidos mediante ingeniería inversa desde sistemas de información reales. Esta validación empírica en curso permitirá refinar y ajustar los indicadores basándonos en evidencias reales.

Además, como otras líneas de trabajo futuro se ha planificado: (i) determinar la mejora obtenida con cada uno de los operadores de refactorización con el fin de establecer no sólo el conjunto que sería necesario aplicar, sino también el orden en el que aplicarlos para obtener mayor grado de calidad; y (ii) incorporar nuevas medidas relativas a otras características de calidad como la testabilidad, perteneciente a la mantenibilidad, o la seguridad.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido soportado por el programa FPU así como los siguientes proyectos I+D: ALTAMIRA (JCCM, PII2I09-0106-2463), MOTERO (JCCM and FEDER, PEII11-0366-9449), PEGASO/MAGO (TIN2009-13718-C02-01) y MOTERO (JCCM and FEDER, PEII11-0366-9449).

Referencias

1. Weske, M., *Business Process Management: Concepts, Languages, Architectures*. 2007, Leipzig, Alemania: Springer-Verlag Berlin Heidelberg. 368.
2. Jeston, J., J. Nelis, and T. Davenport, *Business Process Management: Practical Guidelines to Successful Implementations*. 2nd ed. 2008, NV, USA: Butterworth-Heinemann (Elsevier Ltd.). 469.
3. OMG. *Business Process Modeling Notation Specification 1.0*. 2006; Available from: http://www.omg.org/bpmn/Documents/OMG_Final_Adopted_BPMN_1-0_Spec_06-02-01.pdf.
4. Reijers, H.A. and J. Mendling, *A study into the factors that influence the understandability of business process models*. Systems, Man and Cybernetics, Part A: Systems and Humans, IEEE Transactions on, 2011(99): p. 1-14.
5. Sánchez-González, L., et al., *Quality assessment of business process models based on thresholds*. On the Move to Meaningful Internet Systems: OTM 2010, 2010: p. 78-95.
6. Dijkman, R., et al., *Identifying refactoring opportunities in process model repositories*. Information and Software Technology, 2011.
7. Rolon, E., et al. *Evaluation measures for business process models*. 2006: ACM.
8. Rolon, E., et al. *Prediction models for BPMN usability and maintainability*. 2009: IEEE.
9. Mendling, J., H. Reijers, and J. Cardoso, *What makes process models understandable?* Business Process Management, 2007: p. 48-63.

10. Mendling, J. and M. Strembeck. *Influence factors of understanding business process models*. 2008: Springer.
11. Weber, B., et al., *Survey paper: Refactoring large process model repositories*. *Comput. Ind.*, 2011. **62**(5): p. 467-486.
12. Leopold, H., S. Smirnov, and J. Mendling, *Refactoring of process model activity labels*, in *Proceedings of the Natural language processing and information systems, and 15th international conference on Applications of natural language to information systems*. 2010, Springer-Verlag: Cardiff, UK. p. 268-276.
13. Koehler, J., et al., *Combining Quality Assurance and Model Transformations in Business-Driven Development*, in *Applications of Graph Transformations with Industrial Relevance*, S. Andy, et al., Editors. 2008, Springer-Verlag. p. 1-16.
14. Smirnov, S., H. Reijers, and M. Weske. *A semantic approach for business process model abstraction*. 2011: Springer.
15. Pérez-Castillo, R., et al., *MARBLE. A Business Process Archeology Tool*, in *27th IEEE International Conference on Software Maintenance (ICSM 2011)*. 2011: Williamsburg, VI. p. 578 - 581

Accessibility and Internationalization in Requirements Engineering Tools

José Luis Fernández-Alemán, Juan M. Carrillo De Gea, Joaquín Nicolás,
Ambrosio Toval, Diego Alcón, and Sofia Ouhbi

Faculty of Computer Science, Regional Campus of International Excellence “Campus
Mare Nostrum”, University of Murcia, Murcia, Spain

aleman@um.es, jmc dg1@um.es, jnr@um.es, atoval@um.es,
d.alconcazorla@um.es, sofia.ouhbi@um.es <http://www.um.es/giisw/>

Abstract. In recent years, there has been a significant increase in software development in collaborative and globally distributed settings. Thus, there is a growing interest on accessibility and internationalization issues in Requirements Engineering (RE) tools. The main contribution of this paper is to shed light on RE tools’ accessibility and internationalization, which are key capabilities concerning Global Software Development (GSD). To the best of our knowledge, this is the first manuscript on this subject. A 147-item checklist based principally on the features covered by the standard ISO/IEC 9241-171 was used to assess 13 RE tools. Then, a descriptive statistical study was carried out to provide comparability. Bivariate correlation tests were also applied to measure the association between different variables. A major margin for amelioration was found by current RE tools, mainly with regard to the input, output and internationalization features. The outcome of this research shows that there is a lack of adequacy to the accessibility and internationalization needs. In future work, the scope of the study will be extended to cover other capabilities on RE tools and address the multi-cultural challenges in the GSD.

Keywords: Requirements Engineering Tools, Accessibility, Internationalization

1 Introduction

The Information Technology (IT) and the software industry are now truly global, as it is the Software Engineering (SE). The diversity of cultures and the dispersion in time and space involved in globally distributed software development require new techniques, tools and practices from various disciplines to meet the challenges and opportunities offered by global SE [9]. So, multidisciplinary research is essential to increase the knowledge of cooperative and distributed work and how it can be supported by IT [17].

A significant increase in Global Software Development (GSD) has been observed in recent years. This is a phenomenon that brings significant benefits to