Aproximación Metodológica Sensible y Adaptable al Contexto para la Integración de Procesos de Negocio en la Industria del Café

Jorge E. Giraldo^(1,2), Demetrio A. Ovalle⁽¹⁾ y Flavia M. Santoro⁽³⁾

(1) Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Minas. Depto. de Ciencias de la Computación y de la Decisión. Cr 80 # 65-223, Medellín, Antioquia-Colombia (e-mail: [jegiraldp,dovalle]@unal.edu.co).

(2) Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid, Sede Poblado, Facultad de Ingenierías, Cr 48 # 7 - 151 Medellín, Antioquia-Colombia. (e-mail:jegiraldo@elpoli.edu.co).

(3) Universidad Federal del Estado de Rio de Janeiro. Av. Pasteur, 296 – Urca. Rio de Janeiro – Brasil. (e-mail:flavia.santoro@uniriotec.br)

Recibido Dic. 16, 2013; Aceptado Mar. 17, 2014; Versión final recibida May. 13, 2014

Resumen

Se propone una aproximación metodológica de la integración de procesos de negocio, a través de fases, herramientas y técnicas, utilizando la información relacionada con el contexto y eventos históricos. Se pretende ofrecer una solución bastante genérica para ser aplicada en diversos dominios de ejecución. El método empleado para alcanzar el objetivo se compone de las siguientes fases: i) especificación del objetivo de integración, ii) búsqueda y recuperación de procesos y iii) integración y ejecución. La validación del método es realizada mediante un caso de estudio orientado al proceso de producción del café Colombiano. Entre las principales conclusiones se tiene que durante la integración de procesos es indispensable brindar información detallada del contexto y de los eventos históricos pues resultan determinantes al momento de realizar la integración de procesos.

Palabras clave: procesos de negocio, integración, variantes, contexto, café Colombiano

Sensible and Context Aware Methodological Approach for Business Process Integration in the Coffee Industry

Abstract

A methodological approach for business processes integration, through phases, tools, and techniques, using the information related to the context and historical events is proposed. The purpose is to offer a generic solution to be applied in several execution domains. The method used to reach this goal is composed of the following phases: i) specification of the integration goal, ii) process search and retrieval, and iii) integration and execution. The method validation is performed by using a case study focus on the Colombian coffee production process. One of the main conclusions is that for appropriate process integration it is essential to provide detailed context information and historical events since they are essential when making process integration.

Keywords: business process, integration, variants, context, Colombian coffee

INTRODUCCIÓN

Un proceso de negocio se conoce como la cadena de eventos, actividades y decisiones que al final dan valor agregado a una organización y a sus clientes. La forma en que los procesos son diseñados y ejecutados, afecta tanto la percepción que los clientes tienen sobre la calidad del servicio como la eficiencia de los mismos (Dumas et al., 2013). Los procesos de negocio pueden ser representados de manera conceptual mediante notaciones específicas, como lo es BPMN (Business Process Modeling Notation) (OMG, 2011), o con técnicas gráficas, como las redes de Petri (Sanchis et al., 2009). Dicha representación se conoce como Modelo de Proceso (Shmal et al. 2010), (Zhiqiang et al. 2012), el cual puede ser una referencia para la generación de instancias del mismo proceso y presenta cierta dependencia a su dominio de ejecución.

El cambio en la estructura de un modelo de referencia o en las instancias del mismo, ya sea por evolución natural o por requerimientos especiales provenientes del cliente, hace necesario realizar adaptaciones a dicha estructura, lo anterior se conoce como variantes del proceso (Li et al., 2011). Las variantes de los procesos se consideran como descripciones “similares pero diferentes” (Döhring et al., 2014), ya que poseen características en común y características que las hacen diferentes. Una variante de proceso, se puede generar por ejemplo, cuando se realiza una venta a un cliente corporativo, para lo cual la empresa solo está preparada para realizarlo con pequeñas y medianas empresa. Por lo tanto se requiere modificar el proceso que conlleva a generar una variación del mismo. Otra situación importante es cuando se presenta la fusión de empresas, para lo cual se requiere que dos versiones diferentes de un mismo proceso para las dos empresas trabajen como una sola, como por ejemplo la compra de tiquetes de vuelos para empleados.

Los ejemplos expuestos manifiestan la necesidad de obtener una sola versión del proceso a partir de las distintas variaciones. Lo anterior se resuelve mediante la Integración de Procesos de Negocio ó BPI, ya que su principal objetivo es obtener un solo proceso de negocio a partir de distintas versiones del mismo, ya sea por modificaciones realizadas o a la fusión entre ellos (Morrison et al. 2009). Sin embargo, la integración también es vista como el intercambio de información entre procesos, para ello es necesario obtener un modelo de proceso abstracto de dicho intercambio, con el fin de lograr su ejecución. El área de B2B (Business to Business) se ha beneficiado de ello (Berente, 2009), (Nedbal, 2011) donde es posible resolver requerimientos específicos mediante la colaboración entre dos procesos, ya sea intercambiando información o haciendo uso de funciones específicas.

Así mismo, las tecnologías web, gracias a su capacidad de ejecución en ambientes heterogéneos, facilita el intercambio de información y la colaboración de procesos. Los trabajos relacionados, se enfocan principalmente al uso de lenguajes como BPEL (Business Process Execution Language) para la colaboración e interoperabilidad entre procesos, sin embargo se limitan a lo que pueda ofrecerles los servicios web y sus lenguajes de descripción (Shen et al., 2007), (Kong et al., 2009), (Perdana y Purnama, 2010).

Las investigaciones realizadas alrededor del tema de la BPI se centran principalmente en los siguientes focos: (1) diseñar repositorios para el almacenamiento, recuperación, consulta y consolidación de variantes de proceso (Dijkman et al., 2012) (La Rosa et al., 2013), (2) lograr un modelado apropiado de los procesos que intervienen y se generan, basados en el análisis de los roles (Nedbal et al. 2013) e instancias de los procesos (Böhm et al. 2011), (3) obtener herramientas que garanticen precisión en la similitud semántica y sintáctica entre procesos (Gao y Zhang, 2009), y (5) proveer la capacidad de adaptación y sensibilidad al contexto respecto al entorno de los procesos, donde se manejan aspectos como flexibilidad e identificación de situaciones (Machado et al. 2012).

En este artículo se presenta inicialmente una conceptualización de la integración de procesos de negocio, donde se definen escenarios de integración. Luego enfatiza en los trabajos relacionados con la integración de procesos de negocio y su relación con la computación sensible al contexto. En el resto del documento se presenta una propuesta metodológica de la integración de procesos de negocio, en la cual se tiene en cuenta la sensibilidad y adaptación al contexto. Por último se presenta un caso de estudio centrado en los procesos de negocio de la producción de café colombiano.

INTEGRACIÓN DE PROCESOS DE NEGOCIO

Definición

Cuando se presentan distintas versiones de un proceso, conocidas como variantes (Kumar y Yao, 2012), ya sea por circunstancias como modificaciones específicas realizadas o por la fusión de dos empresas, es necesario emplear integración de procesos de negocio. La integración busca específicamente generar un

proceso consolidado que sea lo más cercano posible a las variantes, con el fin de emplearlo en futuras ejecuciones.

La integración de procesos de negocio se define como “la consolidación de un conjunto de variantes de proceso de manera parcial o definitiva, con el fin de poder analizar y propagar cambios relacionados con su estructura, información, lógica, actores y recursos asociados, todos ellos dependientes del ambiente y contexto de ejecución de cada una de las instancias”. El resultado de la integración se representa mediante la descripción de un modelo de proceso, el cual debe permitir la propagación de cambios y garantizar una mínima magnitud de cambio, que se considera como la medida de similitud entre el proceso generado con las variantes involucradas, así como del modelo de referencia.

Cabe señalar, que el proceso obtenido en la integración debe garantizar los mismos niveles de rendimiento, dado en tiempo de ejecución y respuesta, lo cual garantiza que se respeten las condiciones y restricciones de la lógica de negocio, así como variables externas al proceso que influyen en su ejecución.

En la Figura 1, se presenta un ejemplo de la integración de procesos de negocio, en donde a partir de dos procesos antecedentes (Proceso A y Proceso B), se pretende generar un tercer proceso (Proceso C) que sea capaz de reemplazarlos. La integración comprende los procesos A (líneas continuas) y B (líneas discontinuas); el primero compuesto por dos actividades secuenciales y el segundo por dos actividades separadas por una condición. Es así que el proceso generado puede estar compuesto por una actividad del proceso A y por la condición y una actividad del proceso B. En este caso las actividades A1 y B2 son seleccionadas ya que son las más apropiadas para la integración. Adicionalmente, el proceso B contiene un condicional C1 que es seleccionado debido a que enriquece la descripción del modelo de proceso generado.

Fig. 1: Integración de Procesos de Negocio. Autoría Propia

La BPI tiene dos fases, la similitud y la integración (Morrison et al. 2009). La primera clasifica objetos a partir de rasgos comunes y su pertenencia a una clase y determina la similitud de las descripciones de modelos de proceso residentes en repositorios. Lo anterior permite revelar similitudes contextuales y el mapeo de funciones entre los procesos de negocio. Una vez se determina si dos procesos pueden integrarse mediante las técnicas de similitud, se da paso a la fase de integración o combinación. Esta fase fusiona elementos de dos procesos similares para crear uno nuevo que pueda reemplazar los anteriores (La Rosa et al. 2010). La fase de integración se compone a su vez por la agregación y la regresión; la primera se enfoca en combinar datos de los elementos y la regresión reduce el espacio de solución de procesos resultantes, mientras mantiene la consistencia.

Pasos para la integración de procesos de negocio

Según (Morrison et al., 2009), para la integración se hace necesario cumplir los siguientes pasos básicos:

i) Selección de procesos a integrar: Una vez las variantes son almacenadas en repositorios, se deben encontrar las variantes que contienen similares características a un modelo de referencia definido. El proceso resultante de la integración debe ser capaz de reemplazar las variantes integradas.

ii) Determinar grado de similitud: Como resultado de la selección, se obtiene un grupo de variantes candidatas a integrar, por lo cual es necesario determinar el par apropiado para fusionar, es decir, las variantes que se parecen más entre ellas. Lo anterior se puede llevar a cabo gracias a distintas métricas de similitud (Becker y Laue, 2012).

iii) Fusionar en un solo modelo: Una vez se obtiene el par de variantes con mayor grado de similitud, se procede a realizar su fusión. Sin embargo, en esta etapa además de tener en cuentas las características similares entre las variantes, también es necesario identificar aquellas que las hacen diferentes.

iv) Realizar regresión: Adicionalmente a las propiedades definidas en el paso anterior, se debe medir la similitud entre el proceso obtenido en la integración con las variantes involucradas. La regresión emplea técnicas de similitud.

El método descrito anteriormente se puede evidenciar lo siguiente:

i) No se describe la manera en que se representa el motivo de integración. Es necesario definir la intensidad de integrar, ya sea por medio de un objetivo basado en restricciones o mediante un modelo abstracto.

ii) La definición clara del objetivo de integración facilitará la recuperación de variantes en el proceso, ya que es posible aplicar algoritmos de búsqueda y recuperación de información sintáctica o semántica.

iii) Cuando se busca simplemente integrar los procesos para obtener uno nuevo, sin tener en cuenta la propagación de cambios, se puede generar cambios en variantes que no lo necesiten.

iv) La regresión debe complementarse con una validación en términos de ejecución, donde sea posible medir el rendimiento del proceso generado en la integración, ya que puede ser deficiente con respecto al de sus variantes.

v) El modelo de referencia debe ser tenido en cuenta para la selección de variantes a integrar, ya que se pueden presentar diferencias entre ellos que eviten que se pueda seleccionar una determinada variante.

Cabe señalar, que adicional a las debilidades descritas mencionadas anteriormente y como punto central de la presente revisión, se hace primordial la necesidad de considerar la información contextual de cada una de las variantes, debido a que el ambiente de ejecución y las situaciones que caractericen los elementos contextuales de cada una de las variantes, puede afectar la decisión de propagar o no cambios. Mediante la definición de mecanismos de razonamiento sobre el contexto de ejecución e información, el proceso de integración podrá realizarse solo a aquellas variantes que necesiten la propagación de cambios, evitando así posibles inconsistencias y rediseño. De acuerdo a lo anterior se propone una aproximación metodológica que la cual se incluyen soluciones para las debilidades identificadas y que adicionalmente ofrece facilidades para el razonamiento de información contextual relacionada con las variantes identificadas en un proceso de referencia.

APROXIMACIÓN METODOLÓGICA PARA LA INTEGRACIÓN DE PROCESOS

Integración de procesos de negocio y computación sensible al contexto

En el área de procesos de negocio, existen trabajos de investigación que buscan la manera de integrar información contextual con el fin de brindar flexibilidad y adaptación a los procesos y así mejorar su descripción y por ende su gestión. Sin embargo no existe aún un método de BPI propuesto por la literatura que sea sensible y adaptado al contexto. Específicamente las soluciones se orientan a la identificación, modelado y aprendizaje de información relacionada principalmente con: i) roles del proceso y sus relaciones, ii) ejecución de instancias del proceso dependiente de su ambiente iii) relaciones entre actividades y sus situaciones.

Para el caso de los roles, (Saidani y Nurcan, 2009) proponen un modelo de contexto para delegar funciones con base en las competencias y experiencia, ya que una operación puede ser ejecutada o no por un rol, dependiendo de los cambios en los requerimientos manifestados por los clientes del proceso. En relación con las interacciones de los roles (Skopik et al. 2010) proponen un modelo de contexto colaborativo, que permite el descubrimiento de personas en la organización a partir de restricciones de tipo contextual. Respecto a la ejecución de instancias del proceso, (Ghattas et al. 2009) presentan un modelo para el aprendizaje del contexto; su idea se basa en la ejecución de los modelos de proceso en todos los posibles contextos del negocio. Los elementos tenidos en cuenta son los eventos del ambiente y los casos específicos del negocio.

Por último, están las aproximaciones relacionadas con el análisis de actividades del proceso, (Ploesser et al. 2010) ofrecen una conceptualización de los procesos de negocio como un sistema adaptativo complejo basado en interacciones de elementos externos al proceso y agentes de uso interno. Su modelo de contexto tiene como elementos principales a los objetivos del proceso y su modelo de representación. Respecto a los

elementos externos al proceso, (Bernal et al. 2010) presentan una solución para la descomposición de los modelos de proceso basado en reglas que a su vez definen restricciones. Su modelo de contexto se basa en las restricciones de orden de ejecución e invocación de actividades, transferencia de datos y las relaciones entre actividades.

(Tavares et al. 2011) presentan una aproximación de una arquitectura para el manejo de la flexibilidad de los procesos de negocio teniendo en cuenta información contextual recolectada del ambiente y que a su vez puede ser controlada en tiempo real. Todo esto con el fin de poder mejorar y automatizar los mecanismos de adaptación. (Mattos et al. 2012) proponen una aproximación formal para el contexto en procesos de negocio basada en modelos conceptuales. Dicha formalización busca identificar la situación de una actividad con el fin de soportar la toma de decisiones durante la ejecución de un proceso. En la sección siguiente se presenta una aproximación metodológica a la integración de procesos de negocio, teniendo en cuenta los conceptos presentados, tales como: la similitud, agregación y regresión, la inclusión de escenarios, niveles arquitectónicos y la sensibilidad al contexto.

Método propuesto

En la Figura 2 se presenta la propuesta de método integración de procesos de negocio, compuesto por cuatro fases de ejecución secuencial, pero con ciclos de retroalimentación. Cada una de las fases brinda información relacionada con los escenarios y niveles arquitectónicos, así como del contexto asociado. Un elemento esencial en el método, es el repositorio de información contextual, cuya tarea es registrar y almacenar la información relacionada con los procesos y sus elementos, así como historiales de ejecución y eventos.

Es importante señalar que si existe una falla en alguna de las fases, el método se detiene y empieza desde la fase 1, teniendo en cuenta la retroalimentación de las fallas encontradas anteriormente. Esto se debe a que el método depende de la definición correcta del objetivo de integración, dado en la fase 1. A continuación se detallan cada una de las fases, resaltando las técnicas empleadas.

Fig. 2. Método de Integración de Procesos de Negocio. Autoría Propia

Fase 1. Especificación del objetivo de integración: Para realizar una BPI es necesario plasmar claramente el proceso integrado que se quiere obtener. En su descripción, a través de un modelo de proceso se definen las actividades, roles, restricciones propias de cada actividad y el orden de integración representado por el flujo.

Un trabajo representativo en la representación de modelos de procesos en términos de objetivos es la realizada por (Ghose et al. 2011) presentan una estrategia para derivar modelos de procesos a partir de los objetivos del negocio. Los objetivos son descompuestos en colecciones refinadas de sub-objetivos y mediante el uso de ontologías de dominio se alinean con tareas específicas.

Fase 2. Búsqueda y recuperación de procesos: El elemento principal sobre el cual trabaja esta fase es el repositorio, y sus elementos fundamentales son una arquitectura de referencia y el sistema de gestión. Mediante la arquitectura se definen las capas de procesamiento y visualización, además es posible incluir la adquisición de conocimiento a partir de información contextual. Por su parte el sistema de gestión facilita el almacenamiento e indexación, el procesamiento de consultas y la interacción con los usuarios.

En la Figura 3, se presenta el repositorio que permite la integración de procesos. Se compone de un sistema de gestión y 3 capas, a saber: capa de representación e indexación, capa de búsqueda y recuperación y capa de adquisición de conocimiento. El registro de procesos y sus variantes, almacena información cada

vez que se genera un cambio en un proceso. De esta manera cuando se requiere un nuevo proceso de integración es posible consultar procesos almacenados con anterioridad.

Para el caso del registro de histórico de eventos, su información está relacionada directamente con los elementos de los procesos, sean roles, actividades o restricciones. Es importante señalar que las situaciones especiales que generaron antiguas integraciones también deben ser almacenadas. El registro de información contextual es alimentado y actualizado constantemente desde los registros de procesos y del histórico de eventos. Con base en lo anterior la información contextual es almacenada en términos de los elementos de los procesos y cualquier evento realizado sobre ellos.

Fig. 3. Repositorio de Procesos de Negocio. Autoría Propia

Fase 3. Integración y Regresión: Tanto para la integración como para la regresión se emplean métricas de similitud, ya que facilitan determinar si existe alineación entre dos procesos para su posterior unión o integración.

En la Figura 4, se observa el esquema general de las etapas de comprenden la fase de Integración y Regresión. Estas son: (1) la alineación que consiste en lograr un solo nivel de abstracción, ya que los procesos seleccionados están descritos en distintos niveles de detalle. Para lograr la alineación es recomendable hacerlo mediante ontologías de dominio, que consiste en generar una descripción consistente que pueda alinear los niveles de detalle. (2) La integración, que se realiza por medio de una capa intermedia encargada de identificar características comunes y diferentes entre los procesos y (3) la regresión, donde se determina nuevamente con técnicas de similitud la cercanía del resultado obtenido con las variantes de proceso empleadas.

Fig. 4. Integración y regresión

Fase 4. Ejecución de la integración: Una vez obtenido el modelo de proceso resultante de la integración es necesario realizar su ejecución pero basado en un ambiente de simulación; de esta manera se detectan las inconsistencias entre el modelo generado y las variantes. De acuerdo a lo anterior es posible identificar errores ocurridos durante las fases anteriores. También se facilita el análisis de variantes futuras del proceso con el fin de determinar la su coherencia con el resultado de la integración. La ejecución busca la validación del proceso integrado, midiendo su varianza de cambio. De esta manera se determina si es posible reemplazar o no los procesos que intervinieron en la integración.

VALIDACIÓN DEL MÉTODO PROPUESTO MEDIANTE UN CASO DE ESTUDIO

En esta sección se presenta la validación de la aproximación metodológica, mediante el caso de estudio relacionado con el proceso de producción de café colombiano. El proceso descrito carece de artefactos de decisión, con el fin de demostrar que el contexto de ejecución influye en las decisiones tomadas sobre las variantes. En la figura 5 se presenta en notación BPMN dicho proceso.

Fig. 5. Proceso producción de café

Descripción

El grano del café debe ser recogido de manera manual por el caficultor, en muchos casos es ayudado por recolectores con experiencia. Cabe señalar que durante todo el año se puede presentar cosecha, debido a los diferentes ciclos de cultivo y floración de la planta. Posteriormente, se le debe quitar la cascara externa al grado del café, para ello en algunos casos se realiza con despulpadoras mecánicas o en otros mediante la acción del agua, esta última poco recomendada debido a su demora y utilización de agua.

Después de despulsar el grano, se procede a retirar los aceites envolventes, ya que pueden generar fermentación excesiva en el grado. Para ello se pone en agua el grano alrededor de 24 horas, con el fin de eliminarlo. Posteriormente se procede a realizar un secado al sol o mediante mecanismos de invernadero, con el fin de disminuir su nivel de humedad entre el 11% ó 12%. El grano de café es empacado en costales y llevado al centro de acopio, muchas veces mediante animales de carga y otras en auto. La cooperativa de cafeteros en cada centro urbano, se encarga de recibir los bultos de café traídos por el caficultor. El café debe ser almacenado en lugares secos, libres de humedad y de insectos. Después se procede a trillar el café, que puede llevarse a cabo con máquinas apropiadas. Luego se realiza un análisis de calidad sobre el grano, para determinar si este es de tipo exportación o no. De este análisis depende el pago o no de bonificaciones al caficultor.

En la actividad de tostado, el grano del café es calentado para poder obtener su color acaramelado característico y poder activar su reconocido sabor. Cada casa productora de café determina la duración de esta actividad, pues de ella depende el sabor del café. Luego el café es molido para su posterior empacado o ingreso a procesos de producción de café instantáneo. Por último se empaqueta en variadas presentaciones y se envía a proveedores que los llevan directamente al consumidor final.

Aplicación del método

Fase 1. Objetivo de integración: El caso de integración manejado para la validación por medio del caso de estudio, es aquel que surge cuando se tienen distintas variantes de un mismo proceso y se requiere obtener una sola descripción. De acuerdo a lo anterior, se definieron 2 tipos de variantes, por evolución y por petición.

Una variante por evolución, es aquella que surge cuando un proceso de negocio entra en producción, puede realizarse ajustes a su estructura, debido a información detectada durante su ejecución que conlleve a realizar un rediseño u optimización del mismo. Por su parte una variante por petición se presenta cuando durante la ejecución de procesos se presenta una petición especial de un cliente, lo que conlleva a realizar cambios no programados; por lo tanto se requiere modificar el proceso que conlleva a generar una variación del mismo.

Variante por evolución: En algunas regiones, la cooperativa de caficultores queda demasiado lejos, así que los campesinos de la región agrupan sus cosechas en un centro de acopio, con el fin de realizar un solo viaje y así ahorrar costos. En la Figura 6, se evidencia la inclusión de una nueva actividad para el caficultor.

Fig. 6. Variante por evolución

Variante por petición: En este caso, el proceso de café ha sufrido una variación debido a una petición inesperada por parte de un cliente, específicamente, el cliente no desea se le entregue el café molido. En la Figura 7, se incluye un condicional entre la actividad 8 y 9.

Fig. 7. Proceso producción de café

De esta manera, una vez definidas las variantes, el objetivo de integración se representa mediante un modelo de proceso general que desea obtenerse. Sin embargo, es importante señalar que para la consolidación de las variantes en un solo proceso, se debe tener en cuenta su contexto y los elementos que lo representan, pues siempre es necesario consolidar las variantes, debido a la especificidad de sus ambientes de ejecución, lo anterior se conoce como los escenarios de integración, es decir, restricciones externas al flujo del proceso, que de cierta manera y otra afectan los cambios propagados desde un modelo de referencia.

Para el caso de estudio de la producción del café, se tendrán en cuenta los siguientes elementos contextuales: porcentaje de humedad, roles del proceso y técnica de secado. Es importante señalar que un elemento contextual no siempre se relaciona con todos los niveles y escenarios de integración, esto se debe a la misma naturales del elemento. Como por ejemplo el elemento Porcentaje de Humedad que se relaciona directamente con la lógica del negocio, ya que se debe determinar el clima antes de seleccionarla.

Fase 2. Búsqueda y recuperación de procesos: En esta fase se tienen los siguientes supuestos: Los modelos de proceso están descritos en lenguaje XPD. En el repositorio existen 10 variantes en total, distribuidos para la actividad de almacenamiento y las restantes para el empaque sin moler. La métrica utilizada es la correspondencia entre nodos y relaciones.

Luego de un procedimiento de agrupamiento mediante el algoritmo de K-Means y la métrica de similitud aplicada fue la correspondencia semántica. Dicha métrica se encarga de analizar semánticamente los nombres de actividades, datos de las actividades y roles que participan en ella. Los resultados son los siguientes: De la *actividad de almacenamiento*, se recuperaron 3 procesos y se seleccionó 1, por su parte la actividad *empacado*, se recuperaron 7 y se seleccionó finalmente 1.

Fase 3. Integración y regresión: Para esta fase se parte del supuesto que los procesos seleccionados tienen un mismo nivel de abstracción, lo que evita realizar la tarea de alineación. La integración se realizó mediante un traductor especializado en manipulación de documentos XPD. Básicamente integra las actividades involucradas en el objetivo de integración mediante dos condiciones relacionadas con datos

propios de sus variantes. El procedimiento realizado por el traductor tiene como base el trabajo realizado por (La Rosa, 2013) que presenta un método de unión de procesos a través de un modelo de unión basado en reglas. Debido a que se parte del hecho que existe alineación semántica entre los procesos, la regresión es apropiada y no ocasiona se mida nuevamente la correspondencia entre el proceso generado y las variantes del proceso original

Fase 4. Ejecución de la integración: La magnitud de cambio del proceso integrado respecto a sus antecesores, está dada en términos del grado de similitud y el tiempo de ejecución. En la ecuación (1), se presenta la descripción del cálculo de la magnitud.

$$M(P, Vi)=f(Sim(P, Vi), prom\sum TP(x)) \quad (1)$$

Donde:

P= Es el proceso generado a partir de la integración.

Vi=Es la variantes del proceso original.

Sim(P, Vi)=Similitud entre proceso generado y cada una de las variantes del proceso original. Los valores de medición son: 1 cuando existe similitud, 0 cuando no existe y 0.5 cuando existe similitud parcial.

prom $\sum$ TP(x)= Promedio de la sumatoria de tiempo de ejecución de cada una de las instancias del proceso. Su medida se da en milisegundos.

Sim(P, V1)=1 (Similitud del proceso con variante 1)

Sim(P, V2)=1 (Similitud del proceso con variante 2)

prom $\sum$ TP(x)= De un total de 5 instancias se obtuvo un promedio de tiempo de ejecución de 3 milisegundos.

Por lo tanto:

M(P, V1)=3

M(P, V2)=3

La magnitud definida para el proceso generado y dos variantes del proceso original tiene un promedio de 3. Es importante señalar que, aún no se han definido los límites que determinen el máximo y mínimo para considerar, que un proceso integrado pueda reemplazar o no las variantes.

El método expuesto en este trabajo tiene algunas debilidades, que es necesario considerar en sus aplicación: i) Diseñar un prototipo funcional que permita la representación interactiva y automática del objetivo de integración y las variantes de los procesos; ii) Formalizar el modelo contextual que soporte información relacionada con escenarios y niveles arquitectónicos de integración; iii) Es necesario realizar un estudio comparativo de las métricas de similitud, con el fin de definir aquellas apropiadas para el manejo del contexto; y iv) Definir los rangos de valores asociados a la regresión y validación que permitan determinar si un proceso generado puede o no reemplazar las variantes del proceso original.

CONCLUSIONES

A partir de la aproximación metodológica propuesta y validada a la integración de procesos de negocio, sensible y adaptable al contexto se pueden obtener las siguientes conclusiones:

i) Con la aproximación propuesta a un método de integración de procesos, es posible brindar mayor información relacionada con el contexto, ya que se tiene en cuenta los escenarios y niveles arquitectónicos de integración.

ii) El uso de un enfoque basado en descomposición de objetivos que permita la identificación del objetivo de integración, facilita la asociación de información relacionada con eventos externos e internos.

iii) Con el uso de repositorio de información contextual y eventos históricos, se facilita el análisis basado en casos, por lo cual es factible emplear técnicas provenientes de la inteligencia computacional para un posterior razonamiento automático.

iv) La identificación de elementos contextuales es dependiente sus situaciones. A partir de ellas es posible caracterizar situaciones relacionadas a los escenarios y niveles arquitectónicos de la integración.

v) Respecto a la alineación y correspondencia entre procesos, las ontologías desempeñan un papel esencial, ya que evitan las ambigüedades entre elementos de los procesos. Lo anterior, impacta la información relacionada con los niveles y escenarios de integración.

vi) Por medio del método propuesto posible garantizar que los procesos empleados para la integración sean los apropiados, ya que la selección emplea métricas de similitud que facilita la identificación de falsos positivos.

vii) La validación que se realizó del método de integración al caso de estudio de los procesos de la industria del café demuestran la efectividad del método y lo crucial de ser sensible y adaptable al contexto.

REFERENCIAS

Becker, M. y R. Laue, *A Comparative Survey of Business Process Similarity Measures*, Computers in Industry: Volume 63, Issue 2, February 2012, Pages 148-167, ISSN 0166-3615. (2012).

Berente N. y B. Vandenbosch, *Information Flows and Business Process Integration*. Business Process Management Journal. Vol. 15 No. 1, pp. 119-141. (2009).

Bernal, J., P. Falcarin y M. Morisio, *Dynamic Context-Aware Business Process: A Rule-Based Approach Supported by Pattern Identification*. Proceedings of the 2010 ACM Symposium on Applied Computing SAC'10. ACM, pp. 470-474. (2010).

Böhm, M., D. Habich, S. Preissler y W. Lehner, *Cost-based Vectorization of Instance-based Integration Processes*. Inf. Syst. 36(1): 3-29. (2011).

Dijkman, R., M. La Rosa, M. y H. Reijers, *Managing Large Collections of Business Process Models - Current Techniques and Challenges*, Computers in Industry, Vol. 63 No. 2, (2012).

Döhring, M., H. Reijers, y S. Smirnov, *Configuration vs. Adaptation for Business Process Variant Maintenance: An empirical study*, Information Systems, Volume 39, January (2014).

Dumas, M., M. La Rosa, J. Mendling y H. Reijers, *Fundamentals of Business Process Management*. Springer, (2013).

Gao, J. y L. Zhang, *On Measuring Semantic Similarity of Business Process Models*. i-esa, pp.289-293, International Conference on Interoperability for Enterprise Software and Applications, China, (2009).

Ghattas, J. P. Soffer y M. Peleg, *A Formal Model for Process Context Learning*. Business. Process Management Workshops 2009. 140-157. (2009).

Ghose, A., N. Narendra, K. Ponnalagu, A. Panda y A. Gohad, *Goal-driven Business Process Derivation*. Presentado en 2011 International Conf. on Service-Oriented Computing (ICSOC-2011), Springer LNCS. (Short paper). (2011).

Kong, J., Jung, J. y Park, J, *Event-driven service coordination for business process integration in ubiquitous enterprises*, Computers & Industrial Engineering, Volume 57, Issue 1, August 2009, Pages 14-26, ISSN 0360-8352. (2009).

Kumar A. y W. Yao, *Design and Management of Flexible Process Variants using Templates and Rules*. Computer in Industry (Special Issue on Managing Large Collections of Business Process Models), 63(2): 112-130. (2012).

La Rosa, M., M. Dumas, R. Uba y R. Dijkman, *Merging Business Process Models*. In Proceedings of the 18th International Conference on Cooperative Information Systems (CoopIS), Crete, Greece. LNCS Vol. 6426, pp. 96-113, Springer, (2010).

La Rosa, M., M. Dumas, R. Uba, y R. Dijkman, *Business Process Model Merging: An Approach to Business Process Consolidation*, ACM Transactions on Software Engineering and Methodology, Vol 22. No. 2, (2013).

Li, C., M. Reichert, y A. Wombacher, *Mining business process variants: Challenges, scenarios, algorithms*, Data & Knowledge Engineering, Volume 70, Issue 5, May 2011.

Machado, D., R. Mendes de Araujo, F. Santoro y G. Pena, *Defining context in a business process collaborative elicitation approach*. CSCWD 2012: 861-868. (2012).

- Mattos, T., F. Santoro, K. Revoredo y V. Tavares, *Formalizing the situation of a business process activity*. Presentado en CSCWD 2012: 128-134. (2012).
- Morrison, E., A. Menzies, G. Koliadis y A. K. Ghose, *Business Process Integration: Method and Analysis*. In Proc. Sixth Asia-Pacific Conference on Conceptual Modelling, APCCM (2009).
- Nedbal, D, *A Process Model to guide the Integration of Business Processes and Services within and across Organizations*. International Journal of Services, Economics and Management, Vol. 5, No. 1, 2013, pp. 154-177. (2013).
- OMG BPMN 2.0 – OMG Formal Specification, 2011. Disponible en: <http://www.omg.org/spec/BPMN/2.0>. Acceso Diciembre del 2013.
- Perdana, R.A. y J. Purnama, *Business Process Integration Using BPEL to Create Direct Rewarding Module in loyalty Management System*. Advances in Computing, Control and Telecommunication Technologies (ACT), Second International Conference on , vol., no., pp.204,206, 2-3 Dec. (2010).
- Ploesser, K., J. Recker y M. Rosemann, *Building a Methodology for Context-Aware Business Processes*. Insights from an Exploratory Case Study. 18th European Conference on Information Systems, ECIS (2010).
- Saidani, O. y S. Nurcan, *Context-Awareness for Adequate Business Process Modelling*. RCIS 2009: 177-186. Proceedings of the Third IEEE International Conference on Research Challenges in Information Science. SBN 978-1-4244-2864-9. (2009).
- Sanchis, R., Poler, R. y Ortiz, A. Técnicas para el Modelado de Procesos de Negocio en Cadenas de Suministro. Información Tecnológica, Vol.20, no.2, pp.29-40 (2009).
- Schmal, R., López, S., Cabrales, F. y Acuña, D., Modelado de Procesos de Negocio para la Gestión de Patentes en Universidades. Información Tecnológica, Vol. 21, no.6, pp.113-124 (2010).
- Skopik, F., D. Schall, S. Dustdar y M. Sesana. *Context-Aware interaction models in cross-organizational processes*. Internet and Web Applications and Services (ICIW), 2010 Fifth International Conference on Issue Date: 9-15 May (2010).
- Shen, J., G. Grossmann, Y. Yang, M. Stumptner, M. Schrefl, y T. Reiter, *Analysis of business process integration in Web service context*. Future Generation Computer Systems, Volume 23, Issue 3, March (2007).
- Tavares, V., C. Lima y F. Santoro, *Dynamic process adaptation: A context-aware approach*. Presentado en CSCWD-11. (2011).
- Zhiqiang, Y., M. Remco, y M. Dijkman, *Business process model repositories - Framework and survey*. Information & Software Technology, (2012).