

Procedimiento para el análisis de variabilidad en los procesos del sistema de gestión hospitalaria XAVIA HIS

Ing. Sheyla María Guerrero Pérez¹

Dr.C. Arturo Orellana García²

Ing. Asiel Pérez García³

Ing. Brenda Esther Leyva Barrio⁴

¹Universidad de las Ciencias Informáticas/ Grupo de Investigación de Minería de Procesos/ Centro de Informática Médica, La Habana, Cuba, smguerrero@uci.cu

²Universidad de las Ciencias Informáticas/ Grupo de Investigación de Minería de Procesos/ Centro de Informática Médica, La Habana, Cuba, aorellana@uci.cu

³Universidad de las Ciencias Informáticas/ Grupo de Investigación de Minería de Procesos/ Centro de Informática Médica, La Habana, Cuba, asielpg@uci.cu

⁴Universidad de las Ciencias Informáticas/ Centro de Informática Médica, La Habana, Cuba, brenda@uci.cu

Resumen: Con los avances de las Tecnologías de la Informática y las Comunicaciones, se logra que el sector de la salud desarrolle y emplee sistemas de información cada vez más eficientes, para gestionar sus procesos. La variabilidad presente en estos es uno de los factores que afectan esta área, lo cual aumenta cada año los costos económicos que dificultan la calidad de atención al paciente. La mayoría de estos sistemas hospitalarios almacenan trazas que se corresponden a las actividades que se gestionan para realizar la conversión a registros de eventos. El empleo de la minería de procesos permite obtener un mayor conocimiento de sus procesos utilizando la información almacenada, midiendo el comportamiento de factores entre los que encontramos la variabilidad. En la Universidad de las Ciencias Informáticas se desarrolló una herramienta para la detección de variabilidad en procesos hospitalarios que utiliza técnicas de minería de procesos, la cual está limitada por la variedad de análisis que se pueden realizar sin un orden de ejecución, afectando sus habilidades para identificar problemas en los procesos. La presente investigación se centró en la elaboración de un procedimiento que aplique las técnicas de minería de procesos instanciadas en la herramienta, en el sistema hospitalario para la gestión de la información XAVIA HIS. Como resultado de la investigación se obtuvo un procedimiento para guiar el proceso de detección y análisis de la variabilidad, aplicables en los procesos hospitalarios presentes en sistemas de gestión de la información en la salud, que cuenten con el almacenamiento de sus actividades.

Palabras clave: minería de procesos, procedimiento, registros de eventos, sistemas de información, trazas, variabilidad.

I. INTRODUCCIÓN

El sector de la salud enfrenta importantes retos a diario, dos importantes factores que contribuyen a la existencia de errores en éste sector son: el alto grado de variabilidad de los procesos hospitalarios y las dificultades para la identificación de ésta variabilidad (1). Los métodos tradicionales de análisis de procesos (reuniones de grupo, entrevistas o la remisión a textos y revistas científicas), se caracterizan por el uso de la experiencia y el conocimiento acumulado (2). Estos análisis suelen acabar representando, por lo general, cómo debería llevarse a cabo el proceso y no cómo se está ejecutando en realidad. Así mismo, suelen ser costosos en recursos y tiempo, por lo general no contemplan la existencia de variabilidad en la ejecución de los procesos (3) u obvian la que ya existe.

La Gestión de Procesos de Negocio permite utilizando técnicas, métodos y software; diseñar, ejecutar, controlar y analizar procesos operacionales que involucran personas, organizaciones, aplicaciones, documentos y otras fuentes de información (3); busca reducir la variabilidad que aparece habitualmente cuando se producen o prestan determinados servicios y contribuye a eliminar las ineficiencias asociadas a las acciones o actividades y al consumo inapropiado de recursos (4).

La mayoría de los sistemas de información modernos que utilizan la Gestión de Procesos de Negocio, almacenan los datos de sus procesos en una bitácora, los cuales son extraídos a registros de eventos. La minería de procesos, surge con la idea de descubrir, monitorear y mejorar la información de los procesos reales extraídos de los registros de eventos, destinados a recopilar las trazas de los procesos en dicho medio de almacenamiento.

Con el objetivo de automatizar los procesos del nivel secundario de salud en Cuba y desarrollar la minería de procesos en este sector, en el Centro de Informática Médica (CESIM) de la Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI), se desarrolló el sistema XAVIA HIS, el cual está orientado a recopilar, almacenar, procesar e interpretar información clínica administrativa de instituciones sanitarias. El sistema XAVIA HIS tiene implementado una bitácora, como vía para recopilar información de la actividad de los usuarios y los procesos que ocurren en el sistema. (1). El sistema XAVIA HIS obtuvo como resultado de su investigación sobre la informatización de procesos hospitalarios, el desarrollo de un componente de extracción y transformación de trazas de procesos hospitalarios del XAVIA HIS para generar registros de eventos. Sobre éste componente fue desarrollado una herramienta para la detección de variabilidad en procesos hospitalarios, la misma está integrada por un conjunto de componentes que hacen uso de técnicas de minería de procesos para su ejecución. En un análisis documental se identificaron un conjunto de problemas asociados a la variabilidad de procesos hospitalarios en el sistema XAVIA HIS:

- Poca rapidez, flexibilidad y objetividad en la toma de decisiones sobre la ejecución de los procesos hospitalarios.

- Poca efectividad en las técnicas, tecnologías, métodos y estrategias para analizar variabilidad en la ejecución de los procesos de salud.

- Escaso aprovechamiento de los datos almacenados.

La herramienta desarrollada en casos de estudios realizados sobre procesos hospitalarios en el sistema XAVIA HIS presenta las siguientes insuficiencias:

- No se tiene en cuenta el tipo de proceso al que se le analiza las variaciones en su ejecución, ignorando la importancia o prioridad que se debe dar a los distintos procesos para dedicarle mayor atención y recursos, por ejemplo, se pudiera prestar más atención a un proceso organizacional que no necesite tanta prioridad como a un proceso asistencial que repercute directamente con la salud del paciente.

- Inexistencia de pasos lógicos que permitan seguir un orden en la utilización de técnicas y modelos de minería de procesos para el análisis de variabilidad, lo cual puede provocar que los analistas de procesos hospitalarios que utilicen la herramienta, obtengan diferentes resultados u obvien desviaciones en el camino de algún proceso que les permita detectar variabilidad.
- No es posible identificar que parámetro escoger para el análisis de variabilidad del proceso analizado, esto puede provocar el uso incorrecto de técnicas de minería de procesos que analizan factores específicos como: el tiempo, las desviaciones, los cuellos de botella y la frecuencia de ejecución de las actividades de los procesos.

II. ANALISIS DE MODELOS EQUIVALENTES

Un modelo es un patrón o pauta que se sigue como representación para la realización de algo, se conforma de pasos, fases, tareas y proporciona una guía para llevar a cabo un objetivo (5). A continuación, se describen los modelos más representativos, diseñados para aplicar técnicas de minería de proceso sobre los registros de eventos de los sistemas de información actuales.

Modelo de van Giessel: Este modelo propone aplicar minería de proceso en Sistemas, Aplicaciones y Productos en Procesamiento de datos. Está compuesto por dos fases fundamentales y cinco pasos (6).

Modelo de Rozinat: Se desarrolla con el objetivo de extraer información clave que permite visualizar las dependencias entre las técnicas de minería de proceso a utilizar. Está compuesto por seis pasos (7).

Modelo de Bozkaya: Este modelo se desarrolla con el objetivo de ofrecer una visión general de los procesos dentro de los sistemas de información actuales en un corto período de tiempo (8).

Modelo de van der Aalst: Este modelo hace una descripción del ciclo de vida (L*) de un proyecto de minería de proceso y está compuesto por cinco etapas (9).

Caso de estudio de Jans: Este caso de estudio no se encuentra estandarizado como modelo, pero constituye un ejemplo para guiar esta investigación. Está constituido por cuatro pasos y tres tareas (10).

A. Otras formas para aplicar técnicas de minería de procesos:

Maruster y Van Beest (11) proponen una metodología donde se combina la simulación y la minería de procesos y se explican los pasos a seguir basado en tres casos de estudio. Esta metodología se centra en el análisis de los procesos y en la combinación con técnicas de simulación para el rediseño. En esta no se especifica los pasos a seguir para dar inicio a un proyecto de rediseño basado en minería de procesos, como son el establecimiento de los objetivos, alcance de los procesos, análisis de entradas y salidas, entre otros. Tampoco se especifica los pasos a seguir para la extracción y limpieza de los registros de eventos.

Rebuge y Ferreira (12) plantean una aproximación metodológica para el análisis de procesos en el sector salud. Esta es específica para el caso analizado y está centrada en la aplicación de técnicas de clúster para el análisis de procesos del servicio de urgencias de un hospital por lo que la propuesta metodológica difícilmente se puede extrapolar para otros casos donde se requieran aplicar otras técnicas de análisis.

Van Der Heijden (13) propone una fases y pasos para un proyecto de minería de procesos, tiene la limitante de no llegar a profundizar en aspectos claves como son la planeación del proyecto y la preparación y extracción de los datos de los diferentes sistemas de información. Por otro lado, esta propuesta solo ha sido validada en un caso de estudio.

Recientemente *Weerdt* (14), propuso un marco para la aplicación de la minería de procesos a través de un caso de estudio en una empresa del sector financiero. Esta metodología se centra en la preparación y explo-

ración de los datos, pero no propone una fase inicial para definir el alcance del proceso o para plantear los objetivos de la minería de procesos. Tampoco hace énfasis en los métodos para la extracción de los datos.

Cada uno de estos modelos está diseñado para la aplicación de minería de procesos de forma genérica y ser usados por expertos en minería de proceso. El modelo propuesto por *Rozinat* y el caso de estudio de *Jans* no permiten realizar un diagnóstico preliminar de los datos, se obtiene un modelo integrado con el caso de estudio de *Jans* y el modelo de *van der Aalst* solamente, además este modelo es el único que permite analizar un proceso, solo la propuesta de *van Giessel* se centra en un dominio de aplicación, no se enfocan en el uso de técnicas específicas, sino que permite aplicar una gran variedad de éstas, lo cual dificulta la realización de análisis para los no expertos si se considera que existen más de 600 técnicas desarrolladas. Una vez consultadas las características y limitaciones de los modelos presentados, se concluye que los mismos no satisfacen completamente las necesidades de guiar un análisis de variabilidad.

III. RESULTADOS

El procedimiento para el análisis de variabilidad de los procesos hospitalarios tiene como objetivo contribuir en el proceso de desarrollo de software que en el caso de la investigación va empleado al sistema XAVIA HIS para la mejora de la implementación de la gestión por procesos en las instituciones sanitarias. Está integrado por una guía compuesta por etapas y actividades que explican detalladamente los elementos necesarios a tener en cuenta para analizar variabilidad a través de información extraída e interpretada de registro de eventos.



Fig. 1 Etapas del procedimiento de análisis de variabilidad. Fuente: Elaboración propia.

El procedimiento muestra según la aplicación de las técnicas de minería de proceso, factores como el tiempo, frecuencia de ejecución, desviaciones, eventualidades y cuellos de botella de cada actividad del proceso analizado. La inspección preliminar del registro de eventos mediante la funcionalidad propuesta dentro del procedimiento y los modelos obtenidos por las técnicas de minería de procesos, permiten reunir todos los elementos necesarios que permitan analizar la variabilidad presente en los procesos hospitalarios. El procedimiento tiene como premisa ser aplicado en procesos de cualquier módulo que sean generados por el motor de flujo jBPM pertenecientes al sistema XAVIA HIS; el mismo garantiza el almacenamiento de sus datos con las características necesarias para generar registros de eventos y poder hacer uso de minería de procesos. Además, para ejecutar el procedimiento es necesario integrar en una misma computadora las cinco técnicas de minería de procesos utilizadas en el procedimiento, así como una correcta conexión a la base de datos para extraer el registro de eventos del proceso a analizar, mediante la herramienta de extracción y transformación de trazas. A continuación, se describen cada una de las etapas por las que está compuesta el procedimiento:

A. Etapa 1- Comprensión

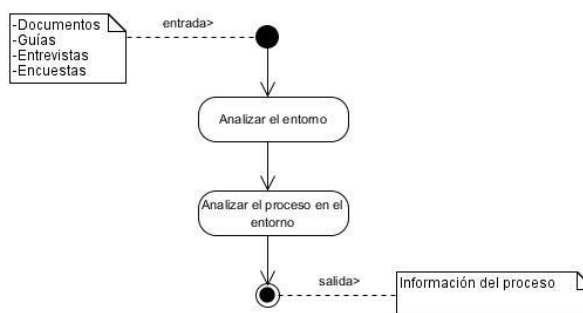


Fig. 2. Etapa Comprensión. Fuente: Elaboración propia.

Objetivo: obtener información sobre el proceso seleccionado para facilitar su comprensión

Entrada: documentos, guías, entrevistas y encuestas

Salida: información del proceso

En esta etapa se procede a analizar los documentos, guías existentes en la institución, así como las entrevistas y encuestas realizadas al personal del hospital que posee conocimientos sobre los procesos del sistema. Este análisis incluye la revisión de los procesos, las actividades que estos contienen y los módulos que están involucrados. Se analiza el proceso seleccionado, tomando como base la propuesta realizada por Jans (10) en su paso inicial.

B. Etapa 2- Preparación

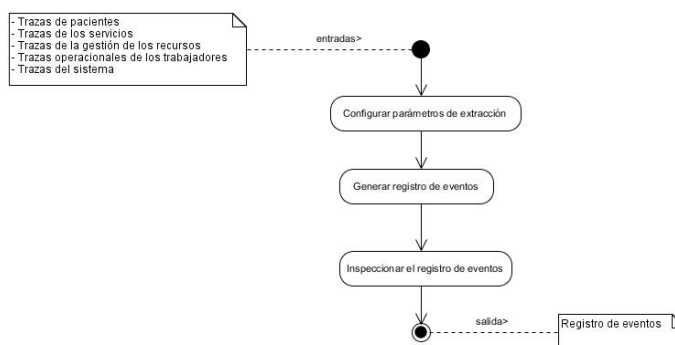


Fig. 3 Etapa Preparación. Fuente: Elaboración propia.

Objetivo: generar el registro de eventos

Entrada: traza de ejecución del proceso

Salida: registro de eventos del proceso seleccionado.

En esta etapa se procede a configurar los parámetros de la herramienta del sistema XAVIA HIS para la extracción del registro de eventos. Luego de configurar estos parámetros, la herramienta extrae el registro de eventos en un formato estándar. Este paso del procedimiento toma como base el modelo realizado por Rozinat (7) en su paso inicial, Rozinat plantea la necesidad de crear el registro de eventos y convertirlo a un formato estándar. Según van der Aalst (15) y van Dongen (16) los requisitos mínimos que debe tener un registro de eventos:

Los eventos se corresponden con las actividades en el proceso de negocio.

Todos los eventos están asociados con un caso particular.

El orden temporal de las actividades debe ser representado (por ejemplo, mediante las marcas de tiempo).

El componente existente en el sistema XAVIA HIS para extraer el registro de eventos no cuenta con una funcionalidad para analizar las características de estos registros. Los autores de la presente investigación proponen la inclusión de una funcionalidad que permita visualizar dichas características que contribuyan al análisis inicial de los procesos. A continuación, se muestra en la figura 4 la configuración de la funcionalidad propuesta, en donde se seleccionan como ejemplo parámetros del proceso Solicitar productos del sistema XAVIA HIS para luego ser analizados por los resultados que brinda la propia funcionalidad mostrados en la figura 5.



Fig. 4 Configuración para extraer el registro de eventos en el sistema XAVIA HIS. Fuente: Elaboración propia



Fig. 5 Características del registro de eventos. Fuente: Elaboración propia

C. Etapa 3- Modelación

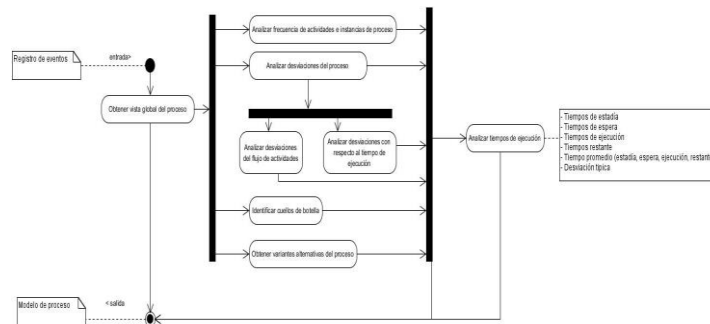


Fig. 6 Etapa Modelación. Fuente: Elaboración propia.

Objetivo: modelar el proceso seleccionado mediante técnicas de minería de procesos, con el fin de analizar variabilidad en su ejecución.

Entrada: registro de eventos del proceso seleccionado

Salida: modelos de proceso.

Esta etapa está basada en el modelo realizado por *Bozkaya* (8) en su fase 3, en esta fase del modelo se realiza un análisis del flujo de las actividades del proceso seleccionado. A continuación, se propone la aplicación de técnicas de minería de proceso requeridas en esta etapa que permitirán obtener modelos con diferentes análisis del proceso seleccionado, se recomienda utilizarlas en el orden propuesto para obtener resultados satisfactorios.

Heuristic Miner: es un plugin de la herramienta ProM. Se propone la utilización de esta técnica para obtener una vista global de la ejecución del proceso.

Fuzzy Miner: Este es un plugin que permite generar modelos de procesos basados en grafos (17).

Inductive visual Miner: es un plugin de la herramienta ProM, que utiliza los registros de eventos para generar modelos de procesos en una notación inspirada en la BPMN (18). El componente se desarrolla con el objetivo de obtener las métricas: duración mínima, media, máxima y total de cada una de las actividades del proceso que se está analizando.

Al existir alguna duda en los análisis realizados en la Etapa 3 se procede a aplicar el procedimiento comenzando en la Etapa 2 con el fin de modelar con otra técnica para reforzar el criterio de decisión sobre el proceso seleccionado.

D. Validación

Para la validación de los resultados se aplicaron técnicas y métodos: caso de estudio, entrevista y técnica de Iadov. Se aplicó un caso de estudio con el objetivo de validar del procedimiento para el análisis de variabilidad propuesto en la investigación, a partir de la selección del proceso Solicitar productos. Se definió la variable tiempo para medir los resultados del procedimiento y compararlos con el tiempo obtenido por los métodos tradicionales de análisis a través de una entrevista.

Recursos y condiciones previas para aplicar el procedimiento:

- ✓ Integración de las técnicas *Heuristic Miner*, *Fuzzy Miner*, *Replace P/C*, *Inductive Visual Miner*, *Variant Miner*.
- ✓ La PC debe contar con más de 2Gb de RAM para el correcto funcionamiento de las técnicas y la funcionalidad desarrollada.

Comparación de ambos tiempos de demora de los métodos de análisis de variabilidad:

Se estima que la aplicación del procedimiento propuesto para analizar variabilidad en el proceso Solicitar productos tenga una duración aproximada de un día mientras que, según los resultados obtenidos en una entrevista y una tesis doctoral (19), los procesos por los métodos tradicionales de análisis, podía extender su análisis de variabilidad a más de 1 mes aproximadamente. De ésta forma se demuestra que es más eficiente la utilización del procedimiento propuesto con respecto a los métodos tradicionales de análisis existentes por el ahorro evidente de tiempo que éste trae consigo.

IV. CONCLUSIONES

La información obtenida sobre los procesos del sistema XAVIA HIS generados con el motor de flujo jBPM, y los módulos a los que pertenecen, permitió obtener una comprensión del proceso de negocio, para dar inicio al análisis de variabilidad al proceso seleccionado en la validación.

El desarrollo del procedimiento haciendo uso de modelos y técnicas de minería de procesos permitió obtener los elementos necesarios para facilitar a los analistas y estadísticos de hospitales que tengan implementado el sistema XAVIA HIS, analizar variabilidad en sus procesos.

El desarrollo de la funcionalidad que permite inspeccionar el registro de eventos, brindó elementos que a simple vista no se pueden obtener y que facilitan el análisis inicial de los procesos.

REFERENCIAS

- (1) A. Orellana, “Herramienta para el análisis de variabilidad en procesos hospitalarios aplicando minería de procesos,” Universidad de las Ciencias Informáticas, Habana, 2015.
- (2) R. S. Mans, W. van der Aalst, R. J. Vanwersch, and A. J. Moleman, “Process mining in healthcare: Data challenges when answering frequently posed questions. In Process Support and Knowledge Representation in Health Care,” 2013.
- (3) R. S. Mans, W. van der Aalst, and R. J. Vanwersch, “Healthcare Processes. In Process Mining in Healthcare,” 2015, pp. 11–15.
- (4) A. Hernández-Nariño and et al., “Inserción de la gestión por procesos en instituciones hospitalarias,” 2013.
- (5) Y. Olivia and J. González, “Procedimiento para la detección de eventualidades aplicando técnicas de minería de proceso en el Sistema de Información Hospitalaria XAVIA HIS,” Universidad de las Ciencias Informáticas, Habana, 2013.
- (6) M. van Giessel, “Process mining in SAP R/3,” Eindhoven, 2004.
- (7) A. Rozinat, R. S. Mans, M. Song, and W. van der Aalst, “Discovering Simulation Models,” 2009. M. Bozkaya, J. Gabriels, and J. M. van der Werf, “Process Diagnostics: a Method Based on Process Mining,” Cancun, 2009.
- (8) W. van der Aalst, “Manifiesto de Minería de Proceso,” 2011.
- (9) M. Jans, “Process Mining of Event Logs in Auditing: Opportunities and Challenges. Trabajo presentado en el Internacional Symposium on Accounting Information Systems,”
- (10) L. Maruster and N. R. van Beest, “Redesigning business processes: a methodology based on simulation and process mining techniques,” vol. 21, Knowledge and Information Systems, 2009, pp. 267–297.
- (11) A. Rebuge and D. R. Ferreira, “Business process analysis in healthcare environments: A methodology based on process mining,” vol. 37, Information Systems, 2012, pp. 99–116.
- (12) T. H. C. van der Heijden, “Process Mining Project Methodology: Developing a General Approach to Apply Process Mining in Practice,” Universidad Técnica de Eindhoven, 2012.
- (13) J. de Weerd and et al., “Process Mining for the multi-faceted analysis of business processes-A case study in a financial services organization,” vol. 64, Computers in Industry, 2013, pp. 57–67.
- (14) W. van der Aalst and A. Weijters, “Process mining: a research agenda. Computers in Industry.,” 2004. de Weerd et al., 2013.
- (15) B. van Dongen and W. van der Aalst, “A meta model for process mining data. Proceedings of the CAiSE.,” 2005.
- (16) C. W. Günther and W. van der Aalst, “Fuzzy Mining: Adaptive Process Simplification,” 2007.
- (17) O. Larrea, Y. Enrique, A. Orellana, and Y. González, “Integración del plugin Inductive visual Miner de ProM al Sistema de Información Hospitalaria del CESIM,” Serie Científica de la Universidad de las Ciencias Informáticas, vol. 8, pp. 64–74, 2015.
- (18) Fernández, J. “Variabilidad de la práctica clínica en la manipulación del reservorio subcutáneo en los hospitales de día de España”. Alicante, 2015.