

Minería de proceso como herramienta para la auditoría

Raykenler Yzquierdo Herrera

El objetivo de este trabajo fue destacar la utilidad de la información y las técnicas de minería de proceso en la gestión empresarial, así como la importancia de la gestión de información, por lo que se describen las diferentes aristas desde las cuales se aplican las técnicas mencionadas y los resultados obtenidos en su aplicación en un entorno cubano. Se realiza un análisis desde las técnicas de minería de proceso de un log de eventos estandarizando su formato. Se analiza el uso de datos históricos y actuales como elemento para la minería de datos. Se concluye que la minería de proceso se ha convertido en una herramienta útil para el proceso de auditoría de la empresa y para la mejora de la gestión empresarial de manera general. El entorno empresarial cubano es propicio para la aplicación de la minería de proceso y las empresas pueden beneficiarse considerablemente de la aplicación de estas técnicas. La minería de proceso contribuye a la gestión de la información y esta última constituye un elemento crucial en la necesaria transformación y evolución de la organización.

Palabras clave: *gestión de información, auditoría, minería de proceso, sistema de información, gestión de información y conocimiento, proceso de negocio, auditoría empresarial*

RESUMEN

ABSTRACT

The aim of this work was to underline the usefulness of information and process mining techniques for business management, as well as the significance of information management and therefore different edges from which to apply the above mentioned techniques as well as the outputs of their implementation in a Cuban environment are described. The analysis of a pool of events following a standardized format is done by using process mining techniques. The use of historical and current data is analyzed as a key element in data mining. It is concluded that process mining has become a useful tool for audits and for the improvement of business management in a general sense. The Cuban business environment is good for the implementation of process mining and companies can benefit from the application of these techniques. Process mining helps information management and at the same time is a key element for the necessary transformation and evolution of the organization.

Keywords: *Information management, audit, process mining, information system, information and knowledge management, business process, entrepreneurial audit*

Introducción

La información clave para la toma de decisiones, es aquella que forma parte del sistema integrado de información de una organización. En la sociedad del conocimiento, donde el capital

máspreciado es el ser humano, cada día es mayor el número de organizaciones que planifican sus productos en función de la gestión de información y del conocimiento y de la viabilidad para su obtención. Con el

Esurgimiento de la teoría de la organización, se acentuó la importancia de la información. Una organización es un sistema conformado por personas, recursos materiales e información en la que el uso de sistemas de información

que soporten la gestión de los procesos de negocio ha aumentado.

En la actualidad las principales prioridades de las organizaciones se relacionan con la mejora de sus procesos apoyados en el uso de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones y por lo general tienen una tendencia a enfocarse en la implementación y modelado de procesos, pero en muchas ocasiones ocurre que tienen poco conocimiento sobre sus propios procesos. Constantemente se registra información sobre los procesos de negocios (por los sistemas de información), pero es una información que por lo general se usa poco. Esta es la causa fundamental para el uso de la minería de procesos.

Las empresas líderes del mercado han aplicado una estrategia de optimización de los procesos de negocio como la clave para reducir costos y expandirse en su entorno. Según recientes estudios realizados por IBM (IBM, 2010), las empresas que mayor rendimiento están teniendo en sus sectores, son las que se han centrado en aumentar la agilidad para adaptarse ante los cambios mediante prácticas de trabajo y procesos empresariales. Los sistemas para la Gestión de Procesos de Negocio (BPMS, siglas en inglés) (Van der Aalst & Weijters, 2004; Hill, Cantara, Kerremans, & Plummer, 2009) viabilizan que se realice el modelado, la ejecución y el análisis de los procesos de la empresa posibilitando una mejor comprensión y desempeño (DAA, 2010). Otros sistemas de información como los de Planificación de Recursos empresariales (ERP, siglas en inglés), sistemas de Gestión de Cadena de Suministros (SCM, siglas en inglés) y sistemas de Gestión de la Relación con los Clientes (CRM, siglas en inglés) posibilitan también gestionar los procesos de negocio de la organización (Chang, Cheung, Cheng, & Yeung, 2008; Hendricks, Singhal, & Stratman, 2007; SAP, 2010; Tarantilis, Kiranoudis, & Theodorakopoulos, 2008). Estos sistemas soportan las diferentes tareas que se realizan como parte de un proceso que puede estar o no explícitamente modelado.

Un punto importante para la posible mejora en la gestión de los procesos de una organización lo constituye la auditoría mediante la cual se valida la información y sus procesos de negocio. Para llevar a cabo un proceso correcto de auditoría es necesario contar con información fiable para conocer si los procesos de negocio de la empresa se ejecutan dentro de los límites establecidos, ya que resulta imprescindible una correcta gestión de la información para alcanzar un satisfactorio desempeño y evolución de la empresa.

Las violaciones de las normas específicas impuestas por la ley o las políticas de la empresa pueden indicar que se ha cometido algún fraude o negligencia y una alerta sobre el particular resulta importante para la toma de decisiones (Van der Aalst, Hee, Werf, & Verdonk, 2010).

El proceso de auditoría en Cuba es regido por la Contraloría General de la República de Cuba (CGR). Este organismo se crea con el objetivo fundamental de auxiliar a la Asamblea Nacional del Poder Popular y al Consejo de Estado, en la ejecución de la más alta fiscalización sobre los órganos del Estado y del Gobierno. En este sentido se hace imprescindible la educación de la población en temas de prevención, control interno y responsabilidad individual y social (CGR, 2011).

Los sistemas de información empleados en las organizaciones registran en forma de trazas las acciones que se van realizando cuando se ejecutan instancias o casos del proceso de negocio y estas trazas contienen información de los casos lo que posibilita que se usen las técnicas de minería de proceso en las auditorías. Con la información que soportan los procesos de negocio de la empresa el auditor puede verificar si el proceso ejecutado está o no en correspondencia con lo establecido, pudiendo así detectar y esclarecer las violaciones en la ejecución de las tareas.

La información sobre los procesos ejecutados (por minería de procesos) permite realizar

comparaciones entre el modelo prescrito o teórico y el modelo descubierto. Recientes investigaciones describen su aplicación como soporte a la «operacionalización» de los procesos de la empresa (Van der Aalst, 2011; Van der Aalst, et al., 2010).

El objetivo de este trabajo es destacar la utilidad de la información y las técnicas de minería de proceso en la gestión empresarial, así como la importancia de la gestión de información, por lo que se describen las diferentes aristas desde las cuales se aplican las técnicas mencionadas y los resultados obtenidos en su aplicación en un entorno cubano.

Aspectos generales de la minería de proceso

Descubrir, monitorear y mejorar los procesos mediante la extracción de conocimiento a partir de los logs de eventos (registro de una colección de eventos secuencialmente ordenados durante un periodo de tiempo) es el objetivo de la minería de proceso.

1.1 Fuente de datos

Cada evento se refiere a una actividad (paso bien definido) y se relaciona con un caso particular o instancia de proceso. Algunas técnicas de minería hacen uso de otro tipo de información, tales como, la persona o recursos relacionados con el evento, el tiempo de ejecución o cualquier otro tipo de dato que pueda registrarse. Un ejemplo de un log de eventos se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1. Log de eventos.

Caso 1			
Descripción	Evento	Usuario	yyyy/mm/dd hh:mm
Registrarse	inicio	ryzquierdo	10/06/2011 10:50
Registrarse	procesando	ryzquierdo	10/06/2011 10:50
Registrarse	terminado	ryzquierdo	10/06/2011 10:50
Enviar cuestionario	procesando	ryzquierdo	10/06/2011 10:50
Evaluar	procesando	ryzquierdo	10/06/2011 10:50
Enviar cuestionario	terminado	ryzquierdo	10/06/2011 10:52
Recibir cuestionario	procesando	ryzquierdo	10/06/2011 10:52
Recibir cuestionario	terminado	ryzquierdo	10/06/2011 10:52
Evaluar	terminado	ryzquierdo	10/06/2011 10:52
Archivar	procesando	ryzquierdo	10/06/2011 10:52
Archivar	terminado	ryzquierdo	10/06/2011 10:52
	final		10/06/2011 10:52
Caso 2			
Descripción	Evento	Usuario	yyyy/mm/dd hh:mm
Registrarse	inicio	ryzquierdo	10/06/2011 10:58
Registrarse	procesando	ryzquierdo	10/06/2011 10:58
Registrarse	terminado	ryzquierdo	10/06/2011 10:58
Enviar cuestionario	procesando	ryzquierdo	10/06/2011 10:58
Evaluar	procesando	ryzquierdo	10/06/2011 10:58
Enviar cuestionario	terminado	ryzquierdo	10/06/2011 10:58
Recibir cuestionario	procesando	ryzquierdo	10/06/2011 10:58
Recibir cuestionario	terminado	ryzquierdo	10/06/2011 10:58
Evaluar	terminado	ryzquierdo	10/06/2011 10:59
Proceso de queja	procesando	ryzquierdo	10/06/2011 10:59
Proceso de queja	terminado	ryzquierdo	10/06/2011 10:59
Proceso de chequeo	procesando	ryzquierdo	10/06/2011 11:00
Proceso de chequeo	terminado	ryzquierdo	10/06/2011 11:00
Archivar	procesando	ryzquierdo	10/06/2011 11:00
Archivar	terminado	ryzquierdo	10/06/2011 11:00
	final		10/06/2011 11:00

Como se conoce, para realizar de forma más sencilla el análisis desde las técnicas de minería de proceso de un log de eventos se estandariza su formato. Los formatos reconocidos más utilizados actualmente son MXML y XES.

1.2 Descubrimiento de procesos

Las técnicas de minería de proceso pueden extraer, a partir de la información contenida en los logs de eventos, los patrones más frecuentes y reflejarlos en los modelos que describen los procesos manejados. Por ejemplo, el algoritmo Alpha de minería de proceso puede extraer automáticamente una Red de Petri que modela de forma concisa el comportamiento reflejado en el log de eventos (Van der Aalst & Dongen, 2002; Van der Aalst, Weijters, & Maruster, 2004; Medeiros, Dongen, van der Aalst, & Weijters, 2004). Esto le da al auditor una visión imparcial de lo que realmente ha sucedido.

1.3 Chequeo de conformidad

Un auditor puede utilizar un modelo teórico del proceso para comprobar si la realidad (según la información en el log de eventos) está conforme al modelo y viceversa, lo que resulta de gran utilidad a los auditores para detectar desviaciones, localizarlas, explicarlas y medir su gravedad.

1.4 Extensión del modelo

También se pueden emplear técnicas de minería de proceso para extender el modelo teórico de procesos de la empresa, a partir de la consideración de la información contenida en el log de eventos no solo para comprobar la conformidad sino para enriquecer el modelo. Un ejemplo de esto es la extensión del modelo de proceso con los datos asociados al rendimiento para encontrar los estancamientos durante la ejecución.

1.5 Soporte operacional

La minería de proceso se ha centrado tradicionalmente en el análisis de los datos obtenidos después de la ejecución del proceso, sin embargo, se puede considerar el apoyo a las decisiones operativas desde la simulación de casos y la comparación de estos con modelos basados en datos históricos o con las reglas de negocio. Por ejemplo, un auditor puede «repetir» un caso que se ejecuta aun y comprobar si el comportamiento observado se ajusta al modelo teórico. En el

momento en que el caso se desvía, el auditor puede alertar al actor involucrado.

Los auditores también pueden utilizar un modelo de proceso basado en datos históricos para hacer predicciones acerca de la ejecución de los casos. Por ejemplo, para estimar el tiempo de procesamiento restante y la probabilidad de obtener un resultado concreto, o para realizar recomendaciones, como puede ser, realizar una actividad que reduzca al mínimo los costos y el tiempo de finalización. Todo ello pone en evidencia la importancia y necesidad de realizar una adecuada gestión de información.

2. Un marco de trabajo para la auditoría

Múltiples técnicas han sido desarrolladas en el área de la minería de procesos por lo cual se hace imprescindible apoyarse en un marco de trabajo bien definido que posibilite una correcta gestión del entorno a auditar y un adecuado tratamiento de la información disponible. El marco de trabajo para la auditoría Auditing 2.0 desarrollado por Van der Aalst (Van der Aalst, Hee, Werf, Kumar, & Verdonk, 2009) constituye un referente importante avalado por los resultados en su aplicación, un esquema del mismo se muestra en la Figura 1.

Los «Datos actuales» (Current data) son los casos que aún están en funcionamiento, mientras que los «Datos históricos» (Historic data) son los casos que se han completado. La Figura 2 también muestra dos tipos de modelos de procesos: Los modelos prescritos o teóricos (De jure models), que describen una manera conveniente o necesaria de realizar el trabajo, mientras que los modelos de facto (De facto models) tienen como objetivo describir la realidad, recogiendo las posibles violaciones de los límites definidos en los modelos teóricos.

2.1 Auditar usando datos históricos

Los auditores pueden utilizar los datos históricos para filtrar las situaciones irrelevantes o definir el alcance del registro de eventos que desean verificar, por ejemplo, se puede analizar solamente un determinado proceso o grupo de clientes. También es posible eliminar todos los casos o eventos individuales (por ejemplo, todos los eventos de comprobación realizados por las personas de un departamento en particular), lo que trae como resultado un log de eventos más pequeño que se puede utilizar para su posterior análisis.

Los datos históricos también se pueden utilizar para descubrir los modelos de facto con diferentes perspectivas, por ejemplo, la

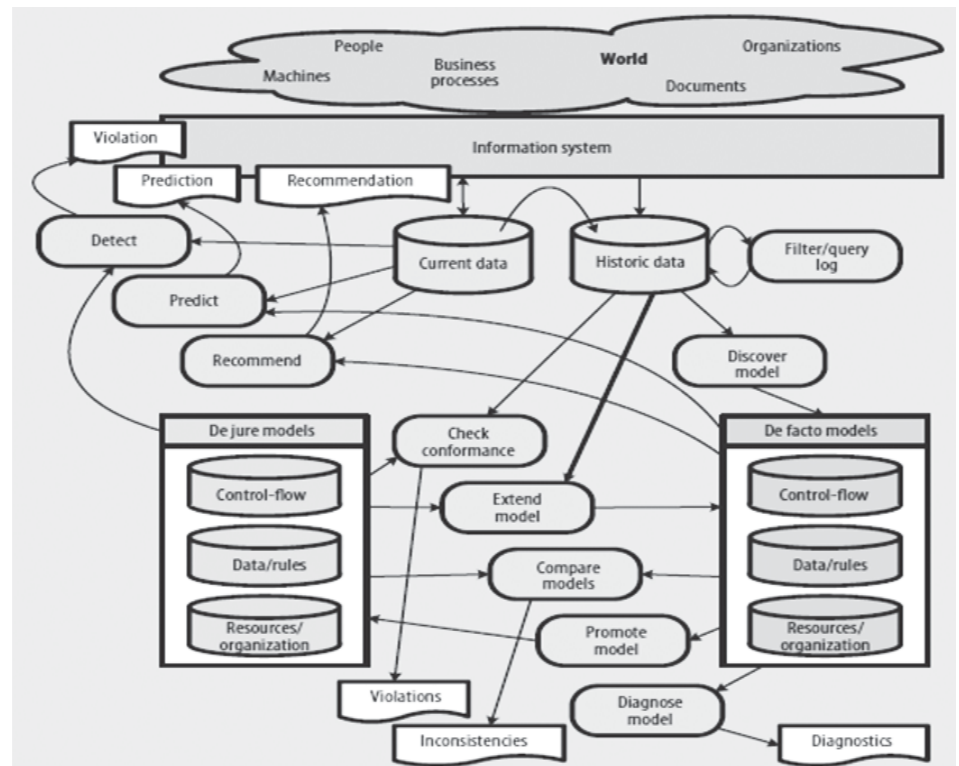


Figura 1. Auditing 2.0 marco de trabajo basado en minería de proceso. Extraído de (Van der Aalst, et al., 2010).

perspectiva de flujo de control (ordenación de las actividades), la de los datos y/o normas, la de recursos y/u organización. La mayoría de los algoritmos de minería de proceso, incluyendo el Alpha, se centran en el descubrimiento de procesos con un énfasis en el flujo de control. Otros algoritmos de minería de proceso permiten descubrir los modelos organizacionales y los algoritmos clásicos de minería de datos que extraen los árboles de decisión basados en los atributos almacenados.

También los auditores pueden analizar los modelos obtenidos a partir de los datos históricos con los modelos teóricos. La comprobación de las conformidades técnicas resaltan las partes del proceso en las que se incumple lo establecido por las normas y regulaciones. El chequeo de conformidad puede ser útil para saber qué reglas se violan, así como dónde y cuándo se llevan a cabo dichas violaciones.

Los auditores pueden medir los niveles de servicio y otros indicadores de desempeño y proyectarlos en los modelos teóricos como una extensión. Esto proporciona información para diagnosticar en el futuro posibles problemas.

2.2 Auditar utilizando sólo modelos

La información obtenida producto de la comparación de los modelos teóricos y de facto en busca de sus diferencias y similitudes brinda señales sobre qué partes del proceso actual no se realizan en correspondencia con lo establecido en el modelo prescrito lo que constituye un buen punto de partida para un análisis más profundo, lo que puede significar una mejora del proceso actual.

A partir de los modelos de facto los auditores pueden diagnosticar posibles bloqueos y otras anomalías y pueden combinar los resultados de la minería de proceso con la simulación, todo lo cual requiere de un adecuado proceso de gestión de información.

2.3 Auditar utilizando los datos actuales

Un caso que aún no ha concluido puede ser analizado por la minería de proceso para el soporte operacional, para ello se recogen las huellas parciales de los casos y se realizan acciones como detectar, predecir o recomendar.

Detectar: Compara la traza parcial con algún modelo normativo, por ejemplo, un modelo

de proceso o de una restricción de LTL (por sus siglas en inglés, Linear Temporal Logics). Esta verificación puede revelar una violación y generar una alerta.

Predecir: Hace declaraciones acerca de los eventos. Por ejemplo, el tiempo de finalización previsto se podría predecir mediante la comparación del actual caso con casos similares que se manejaron en el pasado.

Recomendar: Guía al usuario en la selección de la siguiente actividad. Por ejemplo, podría ser que, con base en información histórica, se recomiende ejecutar una determinada actividad, para minimizar los costos o el tiempo de flujo.

Las tres actividades enunciadas deben asumir algún modelo, por ejemplo, la predicción y la recomendación podrían basarse en un modelo de regresión.

Detectar

La primera actividad de apoyo operativo está dirigida a la detección de desviaciones en tiempo de ejecución. Los usuarios interactúan con un sistema de información de la empresa y sobre la base de sus acciones, los eventos se registran. La huella parcial de cada caso es continuamente revisada, es decir, cada vez que ocurre un evento, la traza parcial del caso correspondiente se envía al sistema de soporte operativo. Si se detecta una desviación dicho sistema inmediatamente genera una alerta. El sistema de información de la empresa y sus usuarios pueden tomar las medidas adecuadas basándose en la alerta, por ejemplo, un administrador al ser notificado puede ejecutar las acciones correctivas oportunamente.

Predecir

La segunda actividad de soporte operacional está dirigida a la predicción. Los eventos grabados para cada uno de los casos pueden

enviarse a los sistemas de soporte operacional como trazas parciales. Tomando como base el rastro parcial y algunos modelos predictivos, se genera una predicción. Ejemplos de predicciones son:

- La predicción de tiempo restante del flujo es de 10 días.
- La probabilidad de encontrarse la fecha tope legal es 0.62.
- El presupuesto total de este caso es de 3000.
- La probabilidad estimada de que una actividad ocurra es de 0,74.

Para generar las predicciones pueden usarse varias técnicas. Es necesario extraer la información sobre las propiedades relevantes de las trazas parciales para que sean asociadas a variables predictivas. La característica que se desea predecir es asociada a una variable de respuesta la que es a menudo un indicador de rendimiento, por ejemplo, el flujo de tiempo restante o los costos totales. Si la variable de respuesta es numérica, por lo general se utiliza el análisis de regresión. Para una variable de respuesta categórica, pueden usarse técnicas clásicas de aprendizaje mediante árboles de decisión. El modelo de predicción se basa en los datos históricos, pero puede ser utilizado para hacer predicciones en los casos que aún están ejecutándose (Van der Aalst, Pesic, & Song, 2010; Van der Aalst, Schonenberg, & Song, 2011).

Recomendar

La tercera actividad del soporte operacional se conoce como recomendación. Una recomendación es un conjunto de declaraciones sobre posibles acciones. La Figura 3 muestra cómo a partir de una traza parcial enviada al sistema de soporte operacional se devuelve una recomendación sobre qué hacer luego.

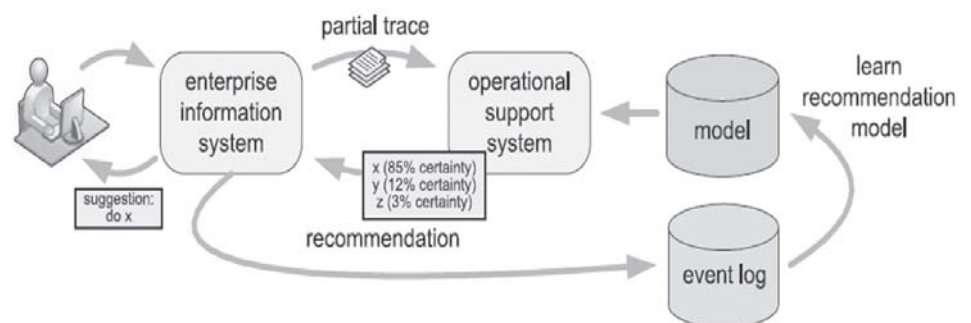


Figura 2. Modelo basado en datos históricos para proveer recomendaciones. *Extraído de:* (Van der Aalst, 2011).

Los sistemas de soporte operacional deben tener información sobre el posible espacio de decisión (este puede ser un conjunto de actividades) y a partir de ello la pregunta a responderse es: ¿Qué candidato es el mejor para la meta seleccionada? El espacio de decisión también puede consistir de un conjunto de recursos donde la meta es recomendar el mejor recurso para ejecutar una determinada actividad. Para un caso en ejecución la información correspondiente al espacio de decisión puede enviarse desde el sistema de información de la empresa al sistema de soporte operacional. De lo contrario, el modelo de recomendación debe poder obtener el espacio de decisión sobre la base de la traza parcial.

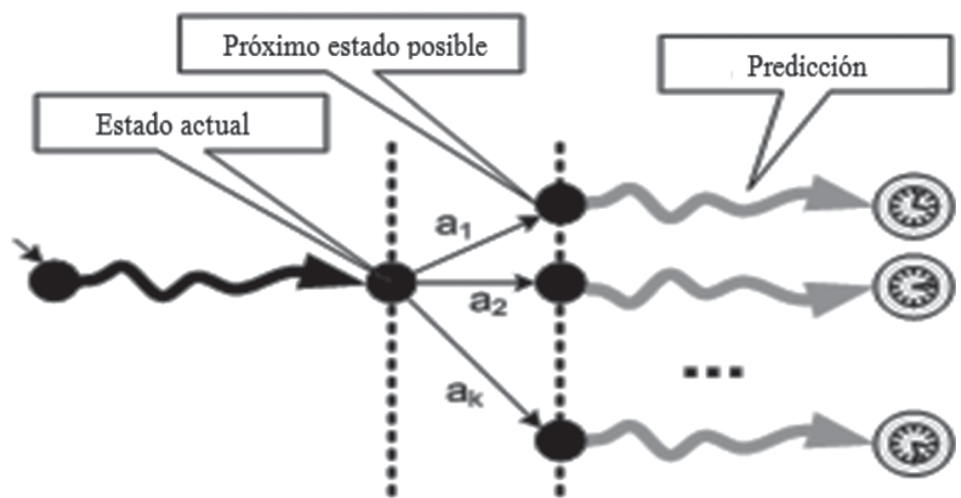


Figura 4. Acciones recomendadas. Extraído de (Van der Aalst, 2011).

La correcta gestión de la información realizada mediante el sistema de soporte operacional garantiza la extracción y tratamiento de la información para su inmediato uso en la ayuda a la toma de decisiones.

En la Figura 3 se observa que el sistema de soporte operacional recomienda hacer la acción X con un 85% de certeza. En la mayoría de los casos es imposible dar una recomendación con la garantía de que sea óptima, ya que la mejor opción para el siguiente paso puede depender de la ocurrencia futura de eventos externos desconocidos.

Una recomendación siempre se da con respecto a una meta específica. Ejemplos de metas:

- Minimizar el tiempo de flujo restante.
- Minimizar los costos totales.
- Minimizar el uso de recursos.
- Minimizar el tiempo dedicado a la realización de un determinado subproceso.

Para poner en práctica una meta, es necesario definir un indicador de rendimiento, el cual se corresponde con la variable de respuesta en el aprendizaje supervisado.

Como se muestra en la Figura 3, recomendar una acción para lograr una meta está estrechamente relacionado con la predicción del indicador de rendimiento correspondiente. La traza parcial se extiende con cada una de las posibles acciones, de lo cual resulta un conjunto de trazas parciales ampliadas. Las predicciones resultantes son comparadas y ordenadas y la traza que obtenga el mejor

valor predicho indica como recomendación la próxima acción a realizar.

Dependiendo de la técnica de predicción utilizada en la recomendación también se puede incluir información sobre su fiabilidad/calidad, por ejemplo, la confianza o certeza de que una selección en particular sea óptima con respecto a la meta. La interpretación de estos valores de confianza depende del método de predicción y de una adecuada gestión de información empleada.

3. ProM: una herramienta para la minería de proceso

ProM es una herramienta genérica, de código abierto que agrupa las principales técnicas desarrolladas en la minería de proceso. Esta herramienta soporta el proceso de auditoría según las especificaciones realizadas en el marco de trabajo de la Figura 2. ProM tiene una arquitectura que permite ir agregando progresivamente nuevos plug-ins. Además, soporta una amplia gama de modelos de flujo de control, incluyendo varios tipos de redes de Petri, Event-driven Process Chains (EPC), Business Process Modeling Notation (BPMN) y Business Process Execution Language (BPEL). ProM es compatible con modelos para representar las reglas (por ejemplo, reglas basadas en LTL), las redes sociales y estructuras organizacionales.

Múltiples plug-ins están disponibles para cada una de las actividades que se muestran en el marco de trabajo antes expuesto, por ejemplo, hay docenas de plug-ins para descubrir y comprobar la conformidad de los modelos de procesos. Recientemente se

han desarrollado plug-ins para apoyar la detección, predicción y recomendación de actividades (Van der Aalst, 2011; Van der Aalst et al., 2009).

4. Aplicación en un entorno cubano

Actualmente en Cuba se desarrollan una serie de sistemas de información como es el caso del Sistema Único de Identificación Nacional (SUIN), desarrollado por el Ministerio del Interior de Cuba en conjunto con la Universidad de las Ciencias Informáticas. El SUIN permite informatizar procesos como el de Carné de Identidad. Antes de poder ejecutar cualquier proceso de negocio sobre la herramienta SUIN es necesario transitar por varios procesos de configuración como es el caso del proceso de gestionar los roles de la solución.

Para la aplicación de las técnicas de minería de proceso se extrajo una muestra de las trazas a partir de la ejecución del proceso Gestionar Roles. El log de eventos correspondiente al proceso seleccionado aunque contenía solo 31 casos, 804 eventos, 52 clases de eventos y 3 tipos de eventos permitió determinar algunas anomalías que se presentaban en dicho proceso. A partir de esta información se obtuvo un modelo representativo del proceso aplicando el algoritmo Alpha++ el cual se muestra en la figura 4.

Para poder realizar un análisis de profundidad se emplea la técnica denominada *Advanced Dotted Chart Analysis* la cual ha sido implementada como parte de la herramienta ProM. El resultado de la aplicación de dicha técnica se muestra en la figura 5.

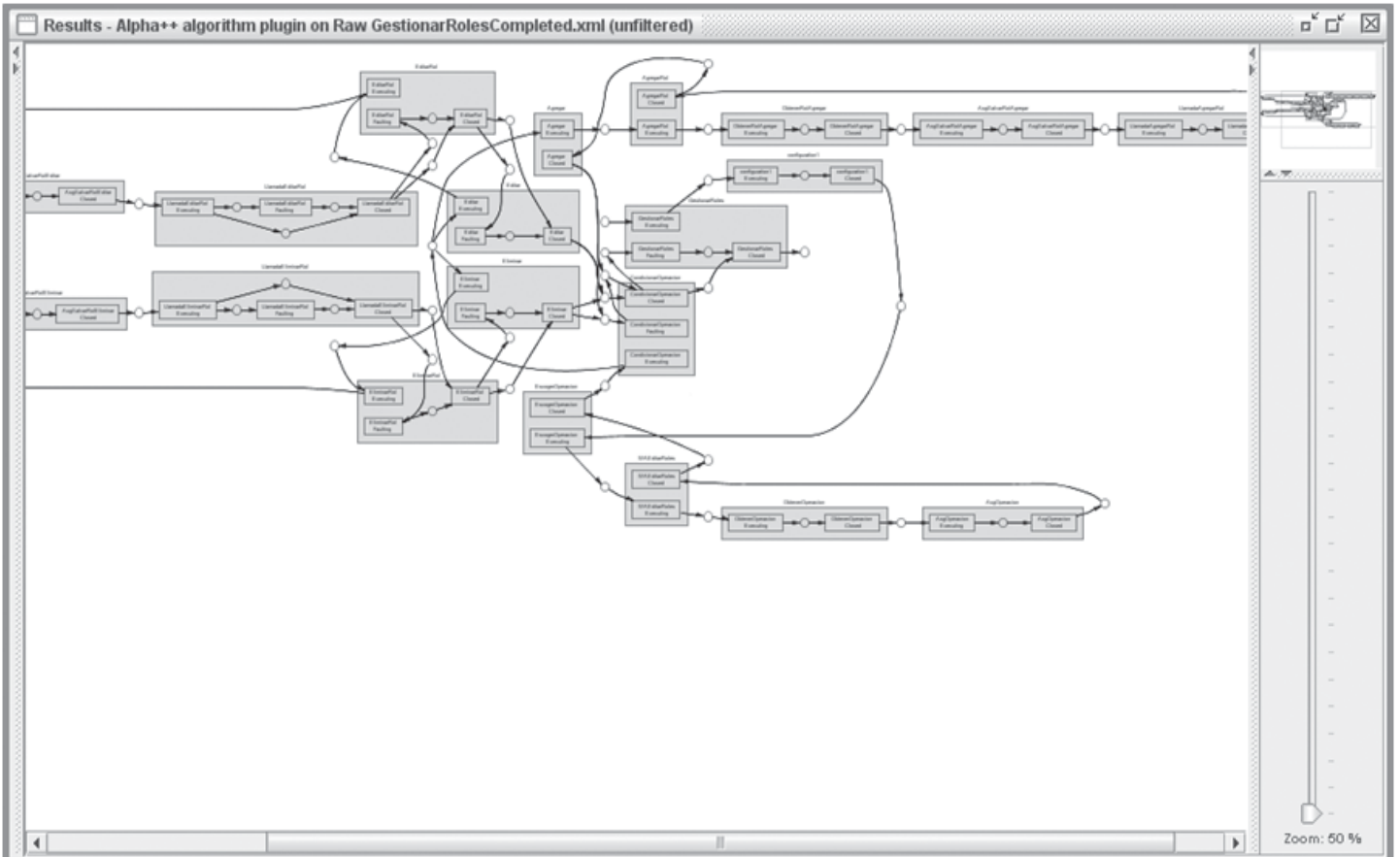


Figura 4. Modelo de proceso obtenido al aplicar el algoritmo Alpha++.

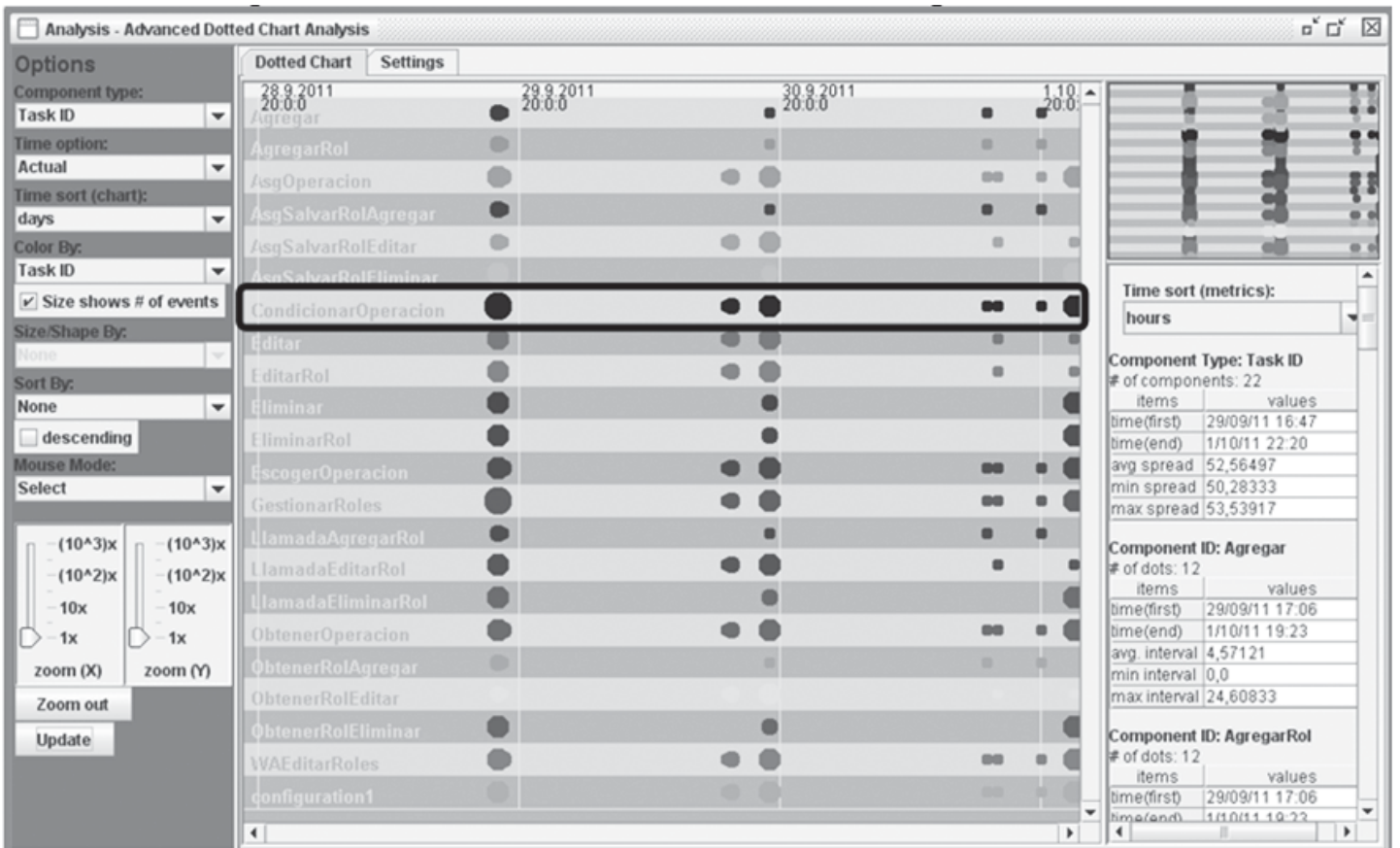


Figura 5. Resultado de la aplicación de la técnica Advanced Dotted Chart Analysis.

Con este tipo de técnica se hace un diagnóstico visual del proceso analizado. Como resultado de este análisis se determinó que la tarea que fallaba con mayor frecuencia era *Condicionar Operación* la cual se ejecutó en 31 ocasiones y falló el 38,7% de las veces. Específicamente los fallos se produjeron en los casos 3, 4, 5, 6, 11, 14, 16, 22, 23, 24, 28 y 31.

En total se produjeron en el proceso analizado, 60 eventos de tipo fallo, por lo cual los fallos asociados a la tarea *Condicionar Operación* representan el 20 % de los fallos ocurridos. Este es un valor significativo considerando que el proceso contenía 21 tareas.

La tarea *Condicionar Operación* consiste en la verificación de las condiciones necesarias para que se seleccione entre Agregar, Editar, Eliminar o Terminar.

Como conclusión del análisis de la información disponible se determina que uno de los administradores del sistema no dominaba totalmente los datos que se debían especificar antes de optar por algunas de las tareas Agregar, Editar, Eliminar o cerraba la ventana del navegador dejando incompleto el proceso en curso.

La identificación de situaciones como la antes expuesta permitió la mejora del proceso. Además, se creó la base para realizar un análisis operacional del proceso a partir del modelo obtenido y representado mediante redes de Petri.

La Minería de Procesos permite realizar un estudio analítico basado en información pertinente, en hechos, pues con la abundancia de información, hoy esto no es una utopía, es una realidad.

Conclusiones

- En este artículo se destaca la importancia y valor estratégico de la gestión de información en las organizaciones y la necesidad de su adecuado tratamiento para brindar ventajas competitivas a las organizaciones.

- La minería de proceso se ha convertido en una herramienta útil para el proceso de auditoría de la empresa y para la mejora de la gestión empresarial de manera general. Estas técnicas permiten detectar fraudes, malas prácticas, ineficiencias y riesgos en el proceso ejecutado. También es posible aplicarlas como soporte a la operatividad de la empresa.

- La correcta gestión de la información realizada mediante el sistema de soporte operacional, en el proceso de auditar utilizando los datos actuales, garantiza la extracción y tratamiento de información útil para su inmediato uso en la ayuda a la toma de decisiones.

- La minería de proceso es útil en la auditoría empresarial, en el apoyo al rediseño de los procesos de negocio y como soporte al trabajo operativo de la empresa. El entorno empresarial cubano es propicio para la aplicación de la minería de proceso y las empresas pueden beneficiarse considerablemente de la aplicación de estas técnicas. El caso de la aplicación de la minería de proceso en el producto SUIN demuestra su utilidad.

- Constituye un reto tratar de que los auditores en Cuba asuman la minería de proceso como una herramienta y que los sistemas de información utilizados por las empresas guarden correctamente las trazas del proceso ejecutado, sin embargo, es un reto necesario que las empresas cubanas ganen en disciplina, productividad y competitividad.

La minería de proceso contribuye a la gestión de la información y esta última constituye un elemento crucial en la necesaria transformación y evolución de la organización.

Referencias

Agrawal, R., Gunopulos, D., & Leymann, F. (1998). Mining Process Models from Workflow Logs. Paper presented at the EDBT '98 Proceedings of the 6th International Conference on Extending Database Technology: Advances in Database Technology.

CGR. (2011). Contraloría General de la República de Cuba. Disponible en: www.contraloria.cu

Cook, J. E., & Wolf, A. L. (1995). Automating Process Discovery Through Event-Data Analysis. Paper presented at the ICSE '95: Proceedings of the 17th international conference on Software engineering, New York, USA.

Chang, M.-K., Cheung, W., Cheng, C.-H., & Yeung, J. H. Y. (2008). Understanding ERP system adoption from the user's perspective. *International*

Journal of Production Economics, 113(2), 928-942.

DAA. (2010). Informe especial de IT-LATINO.NET. Barcelona, España: DAA contenidos digitales, S.L.

Hendricks, K. B., Singhal, V. R., & Stratman, J. K. (2007). The impact of enterprise systems on corporate performance: A study of ERP, SCM, and CRM system implementations. *Operations Management*, 25(1), 65-82.

Hill, J. B., Cantara, M., Kerremans, M., & Plummer, D. C. (2009). Magic Quadrant for Business Process Management Suites: Gartner, Inc.

IBM. (2010). A New Way of Working: Insights from Global Leaders. United States of America: IBM Institute for Business Value.

Medeiros, A. K. A. d., Dongen, B. F. v., Aalst, W. M. P. v. d., & Weijters, A. J. M. M. (2004). Process Mining: Extending the Alpha algorithm to Mine Short Loops. BETA Working Paper Series.

Rozinat, A., & Aalst, W. M. P. v. d. (2005). Conformance Testing: Measuring the Fit and Appropriateness of Event Logs and Process Models. Paper presented at the Third International Conference on Business Process Management (BPM 2005), France. SAP. (2010). Disponible en: <http://www.sap.com>

Tarantilis, C. D., Kiranoudis, C. T., & Theodorakopoulos, N. D. (2008). A Web-based ERP system for business services and supply chain management: Application to real-world process scheduling. *European Journal of Operational Research*, 187 (3), 1310-1326.

Van der Aalst, W. M. P. (2011). Process Mining. Discovery, Conformance and Enhancement of Business Processes: Springer Heidelberg Dordrecht London New York.

Van der Aalst, W. M. P., & Dongen, B. F. v. (2002). Discovering Workflow Performance Models from Timed Logs. Paper presented at the Engineering and Deployment of Cooperative Information Systems (EDCIS 2002).

Referencias

- Van der Aalst, W. M. P., Dongen, B. F. v., Günther, C. W., Rozinat, A., Verbeek, E., & Weijters, A. J. M. M. (2009). ProM: The Process Mining Toolkit. Paper presented at the Proceedings of BPM (Demos)'2009, Ulm, Germany.
- Van der Aalst, W. M. P., Hee, K. M. v., Werf, J. M. v. d., & Verdonk, M. (2010). Auditing 2.0: Using Process Mining to Support Tomorrow's Auditor. IEEE Computer Society.
- Van der Aalst, W. M. P., Hee, K. v., Werf, J. M. v. d., Kumar, A., & Verdonk, M. (2009). Conceptual Model for On Line Auditing. tech. report BPM-09-19, BPMcenter.org.
- Van der Aalst, W. M. P., Pesic, M., & Song, M. (2010). Beyond Process Mining: From the Past to Present and Future. Paper presented at the 22nd International Conference on Advanced Information Systems Engineering (CAiSE'10)
- Van der Aalst, W. M. P., Reijers, H. A., Weijters, A. J. M. M., Dongen, B. F. v., Medeiros, A. K. A. d., Songa, M., et al. (2007). Business process mining: An industrial application. *Information Systems*, 32(5).
- Van der Aalst, W. M. P., Schonenberg, M. H., & Song, M. (2011). Time Prediction Based on Process Mining. *Information Systems*, 36(2), 450–475.
- Van der Aalst, W. M. P., & Weijters, A. J. M. M. (2004). Process Mining: A Research Agenda. Special Issue of *Computers in Industry*, Elsevier Science Publishers, Amsterdam, 53(3).
- Van der Aalst, W. M. P., Weijters, A. J. M. M., & Maruster, L. (2004). Workflow Mining: Discovering process models from event logs. *IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering*, 16(9), 1128-1142

Recibido: 3 de enero de 2013.
Aprobado en su forma definitiva:
10 de julio de 2013

Dr.C. Raykenler Yzquierdo Herrera
Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI)
País: Cuba
Correo electrónico: <ryzquierdo@uci.cu>
