

ENC 2021

Morelia, Michoacán, México
9 al 11 de agosto



ENCUENTRO NACIONAL DE COMPUTACION

COLOQUIO DE ESTUDIANTES



ENCUENTRO
NACIONAL DE
COMPUTACION
2021

Encuentro Nacional de Computación

Coordinadores:

María Lucía Barrón Estrada

Karina Mariela Figueroa Mora

Gloria Ekaterine Peralta Peñúñuri

Héctor Rodríguez Rangel

El presente monográfico se publica bajo una licencia *Creative Commons* del tipo de: Reconocimiento - Compartir Igual.

La totalidad de los capítulos que integran este libro fueron arbitrados y sometidos a evaluación externa, mediante un dictamen de doble ciego, donde participaron especialistas en el área. Las versiones finales se enriquecieron con las aportaciones de los pares académicos. Asimismo, se empleó un software especializado para análisis de similitudes con respecto a otras obras. La Sociedad Mexicana de Ciencia de Computación A.C. mantiene en resguardo los resultados de este proceso.

Primera Edición: Agosto, 2021

Morelia, Michoacán, México.

**Libro Electrónico, disponible en línea con acceso directo en:
<http://smcc-mexico.mx>**

Sociedad Mexicana de Ciencia de la Computación A.C.



Con apoyo y colaboración de:

Tecnológico Nacional de México – Instituto Tecnológico de
Culiacán (TecNM - IT Culiacán)

Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (UMSNH)

Asociación Mexicana de Interacción Humano-Computadora (AMEXIHC)



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO



amexihc
Asociación Mexicana de Interacción
Humano-Computadora A.C.

Presentación

Actualmente la ciencia de la computación tiene un papel fundamental en la innovación y el desarrollo tecnológico, su aplicabilidad en todos los ámbitos permite coadyuvar en la resolución de problemas que enfrenta la sociedad en diversas áreas del conocimiento con el fin de mejorar la condición de vida de los seres humanos.

Este libro presenta una pequeña muestra de los trabajos en progreso de estudiantes de licenciatura y maestría de distintas instituciones educativas. Esta selección, donde participaron 18 instituciones diferentes a nivel nacional, muestra investigaciones recientes que ofrecen un panorama de los avances en distintas áreas donde la ciencia de la computación tiene una incidencia transversal en temas de educación, seguridad, salud, aplicaciones móviles en telemedicina, conteo de células, y tráfico vehicular, entre otros.

Este libro de memorias del ENC 2021 contiene 12 capítulos cada uno de los cuales es el trabajo de investigación donde al menos un estudiante participa y los productos generados servirán como evidencia de las competencias desarrolladas y en algunos casos, cumplir con requisitos para obtener el certificado de formación en sus estudios. El objetivo es que cada estudiante comparta el trabajo de investigación desarrollado y obtenga retroalimentación por parte de otros estudiantes y un grupo de expertos. Además de fomentar la colaboración y participación en proyectos de investigación en el área de ciencia de la computación.

La Sociedad Mexicana de Ciencia de la Computación se complace en presentar estas memorias del Encuentro Nacional de Computación 2021, las cuales constituyen un producto sometido a un arduo trabajo de revisión en un proceso doble ciego. El comité técnico estuvo integrado por 12 profesores e investigadores con reconocida trayectoria académica, que se

encargaron de evaluar imparcial y minuciosamente cada trabajo emitiendo un dictamen fundamentado y con recomendaciones para elevar la calidad de los trabajos. Agradecemos infinitamente a todos los participantes su colaboración para hacer posible este trabajo.

Maria Lucia Barrón Estrada
Karina Mariela Figueroa Mora
Héctor Rodríguez Rangel
Gloria Ekaterine Peralta Peñúñuri
Editores
Morelia, Michoacán, agosto 2021.

Instituciones

Amphora Health

CICESE-UT3

Cinvestav Tamaulipas

CONACyT-Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo

Instituto de energías renovables, UNAM

LANIA

TecNM - Instituto Tecnológico de Chihuahua

TecNM - Instituto Tecnológico de Ciudad Guzmán

TecNM - Instituto Tecnológico de Culiacán

TecNM - Instituto Tecnológico de Morelia

TecNM - Instituto Tecnológico Superior de Martínez de la Torre

Universidad Autónoma de Tamaulipas

Universidad Autónoma del Carmen

Universidad Autónoma Metropolitana

Universidad Nacional Autónoma de México

Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo

Comité Técnico

Dr. Noel Enrique Rodríguez Maya
Tecnológico Nacional de México - Instituto Tecnológico de Zitácuaro

Luis Alberto Morales Rosales
CONACYT - Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo

Juan J. Flores Romero
Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo

Mariana Lobato Báez
Tecnológico Nacional de México - Instituto Tecnológico Superior de Libres

Gloria Ekaterine Peralta Peñuñuri
Tecnológico Nacional de México - Instituto Tecnológico de Culiacán

Ignacio Algreto Badillo
Instituto Nacional de Astrofísica, óptica y electrónica

Abraham Rodríguez Mata
Tecnológico Nacional de México - Instituto Tecnológico de Culiacán

Víctor Alejandro González Huitrón
CONACYT- Tecnológico Nacional de México - Instituto Tecnológico de Culiacán

Carlos Lara Álvarez
Centro de Investigación en Matemáticas (CIMAT)

Ansel Y. Rodríguez González
Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada
Unidad de Transferencia Tecnológica Tepic

Carlos Arturo Hernandez Gracida
CONACyT

Sofia Isabel Fernández Gregorio
Tecnológico Nacional de México - Instituto Tecnológico Superior de Martínez
de la Torre

Índice general

- 1. *Ejecución y Descubrimiento de IOBPs mediante Blockchain* 1**
José Antonio Molina De la Fuente y Miguel Morales Sandoval
- 2. *Diseño de un marco de evaluación para sistemas de in-formación de soporte a servicios de salud: Caso SirVi* 7**
Victor Manuel Gonzalez Bello y María de Lourdes Hernández Rodríguez
- 3. *Marco de Referencia para trazabilidad y almacenamiento de activos digitales* 14**
José Antonio Jiménez Miramontes y Rocío Aldeco-Pérez
- 4. *Una nueva herramienta educativa basada en tecnología de videojuegos para fortalecer habilidades blandas y cognitivas de los infantes* 19**
Daniela Barradas, Emily Zavala, Flor Radilla, Eduardo Vazquez-Santacruz y Elvia Morales Turrubiates
- 5. *Identificación y Conteo de células *Chlorella sp.* por medio de inteligencia artificial* 25**
Luis Alberto Miranda Torres, Héctor Rodríguez Rangel, Víctor Alejandro González Huitrón, Abraham Efraim Rodríguez Mata y Dulce María Arias Lizarraga
- 6. *Sistema de Recolección y Procesamiento de Datos para Estudios de Tránsito* 31**
Héctor Rodríguez Rangel, Rafael Imperial Rojo, Luis Alberto Morales

Rosales, Sofia Isabel Fernández Gregorio y Abraham Efraim Rodríguez Mata

7. *Implementación de un Servicio REST-API para el uso de la firma electrónica para instituciones públicas* **37**

Jesus Alfredo Bravo Méndez, Anastacio Antolino Hernández y Heberto Ferreira Medina

8. *Metodología para obtención de Zonas Homogéneas en pavimentos flexibles* **43**

Eduardo Daniel Raya Gamiño, Jorge Alarcón Ibarra, Luis Alberto Morales Rosales, Jaime Saavedra Rosales y Juan Carlos Gallegos Cornejo

9. *Estrategia de Verificación de la Conformidad entre Modelos de Procesos y Bitácoras de Eventos.* **49**

Arely Moreno y Heidy M. Marin-Castro

10. *Desarrollo e implementación de un sistema proactivo de iluminación* **55**

Rosario de La Luz Cantero Ramírez, Marco Antonio Meza Aguilar y Ansel Yoan Rodríguez González

11. *Algoritmo de Anonimización de Notas Médicas para Proteger la Identidad de los Pacientes* **61**

Jesús Mercado, Karina Figueroa, Arturo López, Cleto Álvarez y Anel Gómez

Índice de autores **67**

CAPÍTULO 1

Ejecución y Descubrimiento de IOBPs mediante Blockchain

JOSÉ ANTONIO MOLINA DE LA FUENTE Y MIGUEL MORALES SANDOVAL

Ejecución y Descubrimiento de procesos de negocio interorganizacionales mediante Blockchain

J. A. Molina-De la Fuente and M. Morales-Sandoval

Cinvestav Tamaulipas, Cd. Victoria 87138, Mexico
jose.antonio.molina@cinvestav.mx

Resumen En este trabajo se presenta el desarrollo de una herramienta basada en la cadena de bloques que permita realizar 1) la ejecución y monitoreo de procesos de negocio interorganizacionales (IOBPs), 2) captura y conformación de la bitácora de eventos durante la ejecución del IOBP y 3) preparación de datos en el formato requerido para descubrimiento de IOBP en el contexto de minería de procesos.

Palabras clave: Procesos de negocio interorganizacionales · Cadena de bloques · Minería de procesos · Contratos inteligentes.

1. Introducción

Un proceso de negocio interorganizacional [2] (*IOBP*, por sus siglas en inglés) es un grupo de actividades conjuntas ejecutadas por dos o más organizaciones para lograr un objetivo en común. Los IOBPs son generalmente representados mediante la notación *Business Process Model and Notation (BPMN*, por sus siglas en inglés). La Fig. 1 muestra el IOBP del proceso de cadena de suministro en BPMN, en el cual participan cinco organizaciones, tiene un evento de inicio, un evento de fin, 10 tareas y dos compuertas paralelas.

La ejecución de IOBPs es apoyada por sistemas de software distribuidos. Cada organización realiza una parte del proceso de forma interna, mediante sus propios sistemas de información. Ejecutar una instancia de un IOBP genera una serie de eventos llamada traza que corresponde a un caso del IOBP. Un evento representa una actividad en algún proceso y tiene las siguientes propiedades: *id del caso*, *id del evento*, *tiempo* en el cual ocurrió el evento, *actividad* acción realizada en el proceso, *recurso* nombre de la entidad que realizó la actividad y *costo*. Comúnmente, las trazas son distintas entre sí debido a situaciones que se presentan durante la ejecución del proceso. El conjunto de trazas registradas por los sistemas de información forman la bitácora de eventos. El objetivo de la minería de procesos [1] es crear modelos que representan el comportamiento real de un proceso a través de la extracción de conocimiento de una bitácora de eventos del proceso. El modelo descubierto permite identificar problemas, áreas de mejora, así como diferencias y similitudes entre el modelo descubierto y su bitácora de eventos.

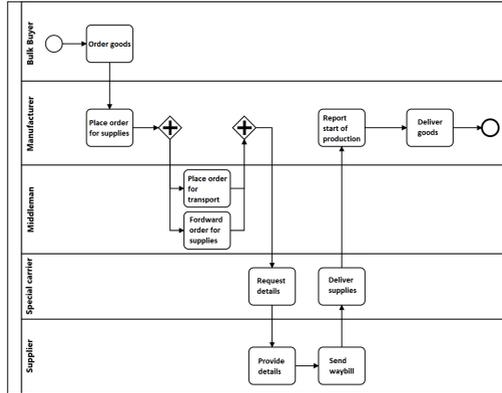


Figura 1: IOBP del proceso de cadena de suministro [7].

En la ejecución de un IOBP las organizaciones participantes son independientes y se rigen por normas y políticas distintas, por lo que es necesario un mecanismo que asegure la confianza entre ellas. La cadena de bloques [6] es una tecnología que permite a usuarios desconocidos realizar y dar seguimiento a transacciones de forma segura y transparente sin necesidad de un intermediario confiable. La cadena de bloques podría utilizarse para establecer confianza entre los participantes de un IOBP y como una fuente de datos confiable para almacenar la bitácora de eventos, dado que es una estructura inmutable.

2. Antecedentes

En la literatura se han presentado indicios de cómo incluir una cadena de bloques para resolver el problema de confianza en IOBPs [6,7]. Sin embargo, estas soluciones solo se enfocan en el monitoreo y ejecución, sin abordar la minería de IOBPs. La cadena de bloques podría utilizarse para que al mismo tiempo que se usa para asegurar la fiabilidad de la ejecución del IOBP, se use para almacenar la bitácora de eventos requerida para la minería de IOBPs. Algunos trabajos [5] parten del hecho de que existen transacciones de un IOBP ya registradas en la cadena de bloques, y con esos datos se realiza un proceso de extracción y transformación para conformar la bitácora de eventos asociada, que después se usa para la minería del IOBP. Los trabajos que intentan resolver el problema de confianza entre las organizaciones, no incluyen realizar minería de procesos. Para aplicar minería de procesos a una bitácora de eventos existe una serie de problemas asociados que van desde recabar la bitácora de eventos durante la ejecución

del IOBP, extraer la bitácora de eventos que fue recopilada y preprocesarla, la obtención del modelo y su evaluación.

El Cuadro 1 muestra las principales diferencias de la propuesta presentada en este trabajo en relación con otros enfoques, el cual es el primero que permite ejecutar un IOBP de forma segura, corrigiendo errores en los eventos y recopilándolos de forma dinámica para formar la bitácora de eventos. Todo lo anterior utilizando la cadena de bloques.

Ref.	Ejec. y Monit.	Alg. extracc.	Limp. datos	Validación MP
[4]	✗	✓	✗	✓
[5]	✗	✓	✗	✓
[3]	✗	✗	✓	✗
Este trabajo	✓	✗	✓	✓

Cuadro 1: Uso de blockchain para ejecución y monitoreo de IOBPs, y para la creación de la bitácora de eventos requerida en minería de procesos (MP).

Por tanto, el objetivo de este trabajo es crear un método basado en el uso de la cadena de bloques que permita 1) el despliegue y monitoreo de IOBPs para resolver el problema de confianza entre los participantes y 2) desplegar una estrategia para la creación de la bitácora de eventos y limpieza de datos que impacte positivamente en la tarea de descubrimiento de procesos en el contexto de minería de IOBPs.

3. Metodología

A partir de un IOBP, se utiliza un parser que recibe un IOBP en BPMN y extrae la lógica para configurar el contrato inteligente que permitirá la ejecución y monitoreo (EM) del IOBP en la cadena de bloques. Cualquier entidad que interactúa con la cadena de bloques se implementa como un *Trigger*. El encargado de realizar la configuración del contrato inteligente es el trigger supervisor. Después, se despliegan los triggers organizacionales del IOBP que realizan la ejecución del IOBP. Cuando EM recibe un evento, verifica los permisos y la conformidad, si el evento es correcto es enviado a un contrato inteligente de limpieza y preprocesamiento de eventos (PDC), el cual consulta información en un contrato inteligente dedicado a la conformación de la bitácora de eventos (ELC), corrige errores en los atributos del evento y lo registra en ELC. Después de ejecutar el IOBP, cualquier usuario puede extraer la bitácora de eventos de ELC. La bitácora extraída es transformada a formatos CSV y XES para después pasar a un algoritmo de descubrimiento de minería de procesos para obtener el modelo real. El modelo descubierto y la bitácora son la entrada de algoritmos de verificación de conformidad para evaluar el impacto de la estrategia en PDC.

4. Avances y resultados

Los contratos inteligentes propuestos en este trabajo (EM, PDC y ELC) fueron implementados en *Solidity* y desplegados en Ganache, una cadena de

bloques de Ethereum privada. Los *Triggers* desarrollados utilizan la biblioteca *Web3j*. El método propuesto se implementó como una herramienta, en Java. La herramienta recibe como entrada un IOBP en BPMN 2.0, las billeteras digitales de las organizaciones participantes, un número n de instancias del proceso a ejecutar, y un porcentaje de ruido p . Con estos datos, realiza la ejecución de de las n instancias y genera una bitácora de eventos en la cadena de bloques, con limpieza de datos on-chain incluida. Durante la ejecución de tareas, se inyecta ruido en $(p/100,0)*n$ instancias hasta en un 50 % de los eventos de una instancia. La herramienta extrae y transforma la bitácora de eventos a formato XES y se utilizan las herramientas ProM y P-miner para las tareas de minería de procesos. La Fig. 3 muestra el diagrama del método implementado.

Mediante la herramienta, se implementó el caso de estudio del IOBP de cadena de suministro de la Fig. 1. Se generaron 1200 instancias, inyectando los porcentajes de ruido: $p = \{10, 20, 30\}$. Las bitácoras generadas se utilizaron para las tareas de minería de procesos utilizando las herramientas ProM y P-miner. Los modelos descubiertos se evaluaron mediante las métricas fitness y precisión. La Fig. 2 muestra la gráfica de resultados de fitness y precisión obtenidos por P-miner. Con esta prueba, se valida el correcto funcionamiento del enfoque propuesto. Como se observa, el mecanismo de limpieza de datos on-chain mejora de manera significativa la precisión de los modelos descubiertos.

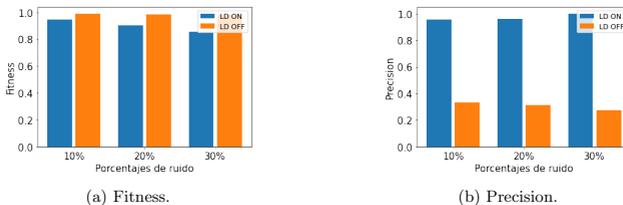


Figura 2: Fitness y precisión obtenidos por P-miner del IOBP *Supply chain*.

5. Conclusiones

Se ha presentado el desarrollo de un método que permite ejecutar y monitorear IOBPs, recabar la bitácora de eventos y limpiar eventos en la cadena de bloques mediante tres contratos inteligentes: uno para la ejecución y monitoreo del IOBP, otro para la limpieza de los eventos recabados durante la ejecución del IOBP y otro más para la conformación de la bitácora de eventos. Además, el método contempla la configuración automática del IOBP a partir de un modelo documentado en notación BPMN. Como prueba de concepto, se implementó una herramienta en Java que implementa el método completo. La herramienta permite simular la ejecución de un IOBP de manera real y crear una bitácora de

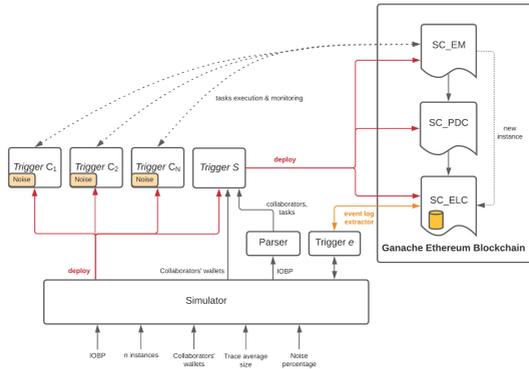


Figura 3: Diagrama del simulador implementado en Java.

eventos de n trazas en formatos CSV y XES. El desarrollo realizado demuestra la factibilidad de contar con una herramienta que no solo apoye la ejecución confiable de un IOBP en la cadena de bloques sino contar con datos confiables (la bitácora de eventos) para las tareas de minería de procesos.

Referencias

1. van der Aalst, W.M.P.: Process Mining: Data Science in Action. Springer, Berlin, Heidelberg, 2 edn. (2016)
2. Bouchbout, K., Alimazighi, Z.: Inter-organizational business processes modelling framework. vol. 789, pp. 45–54 (2011)
3. Ekici, B., Tarhan, A., Ozsoy, A.: Data cleaning for process mining with smart contract. In: 4th International Conference on Computer Science and Engineering (UBMK). pp. 1–6 (2019). <https://doi.org/10.1109/UBMK.2019.8907140>
4. Klinkmüller, C., Ponomarev, A., Tran, A.B., Weber, I.: Mining Blockchain Processes: Extracting Process Mining Data from Blockchain Applications, pp. 71–86 (08 2019). https://doi.org/10.1007/978-3-030-30429-4_6
5. Mühlberger, R., Bachhofner, S., Di Ciccio, C., García-Bañuelos, L., Pintado, O.: Extracting event logs for process mining from data stored on the blockchain (2019)
6. Sturm, C., Szalanczi, J., Schönig, S., Jablonski, S.: A lean architecture for blockchain based decentralized process execution. In: Business Process Management Workshops. pp. 361–373. Springer, Cham (2019)
7. Weber, I., Xu, X., Riveret, R., Governatori, G., Ponomarev, A., Mendling, J.: Untrusted business process monitoring and execution using blockchain (2016). https://doi.org/10.1007/978-3-319-45348-4_19