

Novática, revista fundada en 1975 y decana de la prensa informática española, es el órgano oficial de expresión y formación continua de ATI (Asociación de Técnicos de Informática), organización que edita también la revista REICIS (Revista Española de Innovación, Calidad e Ingeniería del Software).

<http://www.ati.es/novatica/>
<http://www.ati.es/reicis/>

ATI es miembro fundador de CEPIS (Council of European Professional Informatics Societies) y es representante de España en IFIP (International Federation for Information Processing); tiene un acuerdo de colaboración con ACM (Association for Computing Machinery), así como acuerdos de vinculación o colaboración con AdaSpain, AI2, ASTIC, RITSi e Hispalinux, junto a la que participa en Prolnnova.

Consejo Editorial

Ignacio Aguiló Sousa, Guillem Alsina González, María José Escalona Cuaresma, Rafael Fernández Calvo (presidente del Consejo), Jaime Fernández Martínez, Luis Fernández Sanz, Didac Lopez Viñas, Celestino Martín Alonso, José Oñofre Montes Andrés, Francesc Noguera Puig, Ignacio Pérez Martínez, Andrés Pérez Payeras, Viktu Pons i Colomer, Juan Carlos Vigo López

Coordinación Editorial

Llorenç Pagés Casas <pagés@ati.es>

Composición y autoedición

Jorge Llácer Gil de Ramales

Traducciones

Grupo de Lengua e Informática de ATI <http://www.ati.es/gt/lengua-informatica/>

Administración

Tomás Brunete, María José Fernández, Enric Camarero

Secciones Técnicas - Coordinadores

Acceso y recuperación de la Información

José María Gómez Hidalgo (Optenet), <jmgomez@yahoo.es>

Manuel J. María López (Universidad de Huelva), <manuel.maria@diehsia.uhu.es>

Administración Pública electrónica

Francisco López Crespo (MAE), <flic@ati.es>

Sebastià Justicia Pérez (Diputación de Barcelona), <sjusticia@ati.es>

Arquitecturas

Enrique F. Torres Moreno (Universidad de Zaragoza), <enrique.torres@unizar.es>

José Filch Cardo (Universidad Politécnica de Valencia), <jfilch@dicsa.upv.es>

Auditoría SITIC

Marina Tourño Iroltifo, <marinatourno@marinatourno.com>

Sergio Gómez-Landero Pérez (Endesa), <sergio.gomezlandero@endesa.es>

Derecho y tecnologías

Isabel Hernández Collazos (Fac. Derecho de Donostia, UPV), <isabel.hernandez@ehu.es>

Elena Davara Fernández de Marcos (Davara & Davara), <edavara@davara.com>

Enseñanza Universitaria de la Informática

Cristóbal Parga Flores (DSIP-UCM), <cparga@siip.ucm.es>

J. Angel Velázquez Iturbide (DLSI, URJC), <angel.velazquez@urjc.es>

Entorno digital personal

Andrés Marín López (Univ. Carlos III), <amarin@it.uc3m.es>

Diego Gachet Páez (Universidad Europea de Madrid), <dgachet@uem.es>

Estandares Web

Encarna Quesada Ruiz (Virati), <encarna.quesada@virati.com>

José Carlos del Arco Prieto (TCP, Sistemas e Ingeniería), <jcarco@gmail.com>

Gestión del Conocimiento

Juan Baiget Solé (Cap Gemini Ernst & Young), <jbaiget@ati.es>

Gobierno Cooperativo de las TI

Manuel Palao García-Suelto (ATI), <manuel@palao.com>

Miguel García-Mendoza (ITI), <mgarciamendoza@itrendsinsitute.org>

Informática y Filosofía

José Ángel Olivás Varela (Escuela Superior de Informática, UCLM), <joseangel.olivas@uclm.es>

Roberto Feliñero Oreja (UNED), <rfeliñero@gmail.com>

Informática Gráfica

Miguel Chover Sellés (Universitat Jaume I de Castellón), <mchover@lsi.uji.es>

Roberto Vivó Hernando (Eurographics, sección española), <rvido@dsic.upv.es>

Ingeniería del Software

Javier Dolado Cosin (DLSI-UPV), <adolado@it.uc3m.es>

Daniel Rodríguez García (Universidad de Alcalá), <daniel.rodriguez@uah.es>

Inteligencia Artificial

Vicente Boti Navarro, Vicente Julián Inglada (DSIC-UPV), <(vboti,vinglada)@dsic.upv.es>

Interacción Persona-Computador

Pedro M. Latorre Andrés (Universidad de Zaragoza, AIPO), <platorre@unizar.es>

Francisco L. Gutierrez Vela (Universidad de Granada, AIPO), <fgutierrez@ugr.es>

Lengua e Informática

M. del Carmen Ugarte García (ATI), <cuarte@ati.es>

Lenguajes Informáticos

Oscar Belmonte Fernández (Univ. Jaime I de Castellón), <obelmonte@lsi.uji.es>

Inmaculada Coma Taty (Univ. de Valencia), <inmaculada.coma@uv.es>

Lingüística computacional

Xavier Gómez Guinovart (Univ. de Vigo), <xgg@uvigo.es>

Manuel Palomar (Univ. de Alicante), <mpalomar@dlsi.ua.es>

Mundo estudiantil y jóvenes profesionales

Federico G. Mon Trotti (RITSi), <quede@gnail.com>

Mikel Salazar Parga (Asoc. de Jóvenes Profesionales, Junta de ATI Madrid), <mikelbo_uni@yahoo.es>

Profesión Informática

Rafael Fernández Calvo (ATI), <rfdcavo@ati.es>

Miguel Sarrías Gudiño (ATI), <miguels@sarries.net>

Redes y servicios telemáticos

José Luis Marzo Lázaro (Univ. de Girona), <joseluis.marzo@udg.es>

Juan Carlos López López (UCLM), <juancarlosllopez@uclm.es>

Robótica

José Cortés Arenas (Sopra Group), <joscorate@gmail.com>

Juan González Gómez (Universidad CARLOS III), <juan@iearobotics.com>

Seguridad

Javier Areñio Bertolin (Univ. de Deusto), <jaareñio@deusto.es>

Javier López Muñoz (ETSI Informática-UMA), <jlm@cc.uma.es>

Sistemas de Tiempo Real

Alejandro Alonso Muñoz, Juan Antonio de la Puente Alfaro (DIT-UPM), <(alalmon, jpuente)@dit.upm.es>

Software Libre

Jesus M. González Barahona (GSYC - URJC), <jgb@gsyc.es>

Israel Herráiz Tabernero (Universidad Politécnica de Madrid), <isra@herraz.org>

Tecnología de Objetos

Jesus Garcia Molina (DIS-UM), <jmolina@um.es>

Gustavo Rossi (LIFIA-UNLP Argentina), <gustavo@sol.info.unlp.edu.ar>

Tecnologías para la Educación

Juan Manuel Dodero Beardo (UC3M), <dodero@inf.uc3m.es>

César Pablo Córcoles Briogio (UOC), <ccorcoles@uoc.edu>

Tecnologías y Empresa

Didac López Viñas (Universitat de Girona), <didac.lopez@ati.es>

Alonso Álvarez García (TID), <aag@tid.es>

Tendencias tecnológicas

Gabriel Martí Fuentes (Interbits), <gabi@atinet.es>

Juan Carlos Vigo (ATI), <juancarlosvigo@atinet.es>

TIC y Turismo

Andrés Aguayo Maldonado, Antonio Guevara Plaza (Univ. de Málaga), <(aguayo, guevara)@lcc.uma.es>

Las opiniones expresadas por los autores son responsabilidad exclusiva de los mismos. **Novática** permite la reproducción, sin ánimo de lucro, de todos los artículos, a menos que lo impida la modalidad de © o copyright elegida por el autor, debiéndose en todo caso citar su procedencia y enviar a **Novática** un ejemplar de la publicación.

Coordinación Editorial, Redacción Central y Redacción ATI Madrid

Plaza de España 6, 2ª planta, 28008 Madrid

Tfn. 91 4029391; fax 91 3093686 <novatica@ati.es>

Composición, Edición y Redacción ATI Valencia

Av. del Reino de Valencia 29, 46005 Valencia

Tfn. 963740173 <novatica_prod@ati.es>

Administración y Redacción ATI Cataluña

Via Laietana 46, ppal. 1ª 08003 Barcelona

Tfn. 934125235; fax 934127713 <secregen@ati.es>

Redacción ATI Andalucía

Granada, España <secreand@ati.es>

Redacción ATI Galicia

Sanxenxo (A Coruña) <secregal@ati.es>

Suscripción y Ventas

<novatica.subscriptions@atinet.es>

Publicidad

Plaza de España 6, 2ª planta, 28008 Madrid

Tfn. 91 4029391; fax 91 3093686 <novatica@ati.es>

Imprenta: Derra S.A. Juan de Austria 86, 08005 Barcelona.

Depósito legal: B 15.154-1975 - ISSN: 0211-2124; CODEN NOVACB

Portada: "Mineral, vegetal, animal" - Concha Arias Pérez / © ATI

Diseño: Fernando Agresta / © ATI 2003

editorial

El “caso Snowden” y la seguridad de las redes de telecomunicación en resumen > 02

Soporte al negocio y práctica profesional: El sueño del buen editor > 03
Llorenç Pagés Casas

noticias de IFIP
IFIP TC6 Latin American Tutorials in Networking (LATIN 2013) > 03
Ramon Puigjaner Trepap

monografía

Minería de procesos

Editores invitados: Antonio Valle Salas y Anne Rozinat

Presentación. Una perspectiva sobre la minería de procesos > 05
Antonio Valle Salas, Anne Rozinat

Minería de procesos: La objetivación de la intuición en los procesos de toma de decisiones en los negocios, más transparentes gracias al análisis de los datos > 07
Anne Rozinat, Wil van der Aalst

Minería de procesos: Obtenga una radiografía de sus procesos de negocio > 11
Wil van der Aalst

El viaje del descubrimiento de procesos > 20
Josep Carmona Vargas

Posibilidades de uso de la minería de procesos en ITSM > 24
Antonio Valle Salas

Optimización dirigida por minería de procesos de un proceso de aprobación de préstamos al consumo > 31
Arjel Bautista, Lalit Wangikar, S.M. Kurnail Akbar

Mejoramiento de procesos con técnicas de minería de procesos, simulación y optimización: Caso de estudio > 41
Santiago Aguirre Mayorga, Carlos Alberto Parra Rodríguez

Detección de cambios temporales en los procesos de negocio mediante el uso de técnicas de segmentación > 49
Daniela Lorena Luengo Mundaca, Marcos Sepúlveda Fernández

secciones técnicas

Referencias autorizadas > 57

visiones sobre Lenguajes de Programación

Cómo la metáfora de objetos llegó a ser el principal paradigma de programación > 62
Jesús J. García Molina

Elección de lenguajes de programación para la enseñanza universitaria > 67
Baltasar García Perez-Schofield

La importancia de la labor del programador. ¿Qué se espera? ¿Cómo se prepara? Análisis desde los lenguajes de programación > 70
Óscar Belmonte Fernández, Carlos Granell Canut

Para pensar > 79
Rafael Martínez Martínez

Programando caminos y resolviendo necesidades > 81
Alejandro Fuentes Penna

sociedad de la información

Programar es crear

El problema del CUIT (corrección del publicado en el número anterior) (Competencia UTN-FRC 2012, problema D, enunciado) > 82
Julio Javier Castillo, Diego Javier Serrano, Marina Elizabeth Cárdenas

Asuntos Interiores

Coordinación editorial / Programación de Novática / Socios Institucionales > 83

Anne Rozinat¹, Wil van der Aalst²

¹Socia cofundadora de Fluxicon; ²Universidad Técnica de Eindhoven (Países Bajos)

<anne@fluxicon.com>, <w.m.p.v.d.aalst@tue.nl>

1. Introducción

El archivo del Observatorio Naval de la Marina de los Estados Unidos guarda todos los cuadernos de bitácora de la Armada estadounidense del siglo XIX. Estos cuadernos contenían anotaciones diarias relativas a la posición, vientos, corrientes y otros detalles de miles de viajes realizados en barco. Nadie había hecho nunca nada con estos cuadernos, y se había propuesto que podrían desecharse hasta que Matthew Fontain Maury apareció en escena.

Maury (ver **figura 1**) fue un marino de la Armada estadounidense que desde 1842 dirigió el Observatorio Naval de los Estados Unidos. Evaluó sistemáticamente esos datos y creó libros ilustrados que cartografiaron los vientos y las corrientes de los océanos, mostrándolos visualmente, de tal modo que ayudarían a los capitanes de los navíos en la toma de decisiones a la hora de planificar las rutas.

En 1848 el capitán Jackson de la W. H. D. C. Wright fue el primero en utilizar los libros de Maury en un viaje de Baltimore a Río de Janeiro volviendo un mes antes de lo planeado. Tan solo siete años después de la primera edición de *Direcciones de navegación* de Maury, la industria de la navegación había ahorrado alrededor de 10 millones de dólares al año [1].

Los sistemas TI en el mundo de los negocios esconden también datos de gran valor, que a menudo no llegan a utilizarse nunca. Los procesos de negocio crean los equivalentes modernos a los "apuntes en los cuadernos de bitácora", que detallan exactamente qué actividades se llevan a cabo por quién y cómo (ver **figura 2**).

Si, por ejemplo, un proceso de compra empieza con un sistema SAP, cada paso en el proceso se indica en las correspondientes tablas SAP. De la misma manera, sistemas

¹ **Nota de Traducción:** Aunque se han realizado algunos intentos de encontrar una equivalencia en castellano para *Big Data* —macrodatos, megadatos...— ninguno de ellos consigue convencernos ni encontramos la consiguiente implantación por lo que preferimos mantener el término en inglés, tal como se emplea normalmente entre los profesionales del sector. Una definición de *Big Data* puede encontrarse en la *Wikipedia*. <http://es.wikipedia.org/wiki/Big_Data>, [consulta: 29/08/2013].

Minería de procesos: La objetivación de la intuición en los procesos de toma de decisiones en los negocios, más transparentes gracias al análisis de los datos

Traducción: María del Carmen Ugarte García (Grupo de Trabajo de Lengua e Informática de ATI)

Resumen: Big Data ya existía en el siglo XIX. Al menos esta sería la conclusión a la que podríamos llegar tras repasar la historia de Matthew Maury. Estableceremos un paralelo con las primeras evaluaciones sistemáticas de los cuadernos de bitácora y mostraremos cómo rápida y objetivamente se pueden establecer correspondencias entre los procesos basados en la evaluación de los cuadernos de bitácora y los sistemas TI.

Palabras clave: Análisis de datos, Big Data, casos de estudio, descubrimiento automático de procesos de negocio, introducción, minería de procesos.

Autores

Anne Rozinat cuenta con más de ocho años de experiencia en tecnología de minería de procesos y obtuvo el doctorado *cum laude* dentro del grupo de minería de procesos del profesor Wil van der Aalst en la Universidad Técnica de Eindhoven (Países Bajos). En la actualidad es socia cofundadora de Fluxicon y bloguera en <<http://www.fluxicon.com/blog/>>.

Wil van der Aalst es profesor en la Universidad Técnica de Eindhoven y cuenta con un índice h de más de 90 puntos entre los científicos más citados en Europa. Se le conoce sobre todo por sus trabajos en modelos de Workflow y se le considera sobradamente como el "padrino" de la minería de procesos. Su web personal se encuentra en <www.vdaalst.com>.

CRM (*Customer Relationship Management*), sistemas de etiquetado e incluso sistemas patrimoniales registran datos históricos sobre los procesos.

Estas trazas digitales son los productos secundarios del aumento de la automatización y la presencia de TI en los procesos de negocio [2].

2. Del muestreo al análisis completo

Antes de que existiera el manual de Maury sobre corrientes y mareas, los marinos se veían obligados a planificar sus rutas según su propia experiencia. Este es también el caso para la mayoría de los procesos de negocio: nadie tiene realmente una visión clara de cómo se ejecutan realmente esos procesos. En su lugar hay anécdotas, intuición y muchas opiniones subjetivas (potencialmente contradictorias) que deben reconciliarse.

El análisis sistemático de las trazas en los registros digitales a través de las llamadas técnicas de minería de procesos [3] ofrece un potencial enorme para todas las organizaciones, puesto a prueba en procesos complejos. A través del análisis de la secuencia de eventos

y sus marcas de tiempo, los procesos reales pueden ser plena y objetivamente reconstruidos y descubiertas sus debilidades. La información en los registros TI puede usarse automáticamente para generar modelos de procesos, que pueden enriquecerse más tarde



Figura 1. Matthew Fontaine Maury (Fuente: Wikipedia).

“ El descubrimiento manual del proceso a través de los clásicos talleres y entrevistas es muy costoso en tiempo y dinero, además de incompleto y subjetivo ”



mediante métricas de proceso también extraídas directamente de los datos de los registros (por ejemplo, tiempos de ejecución y tiempos de espera).

Las cuestiones típicas de la minería de procesos que pueden plantearse son:

- ¿Cómo son realmente mis procesos?
- ¿Dónde están los cuellos de botella?
- ¿Se producen desviaciones de los procesos prescritos o descritos?

A fin de optimizar un proceso, en primer lugar se debe comprender la realidad del mismo, el proceso tal cual es. Y esto, normalmente, no es una tarea sencilla porque en los procesos de negocio están implicadas numerosas personas y a menudo se distribuyen entre diferentes unidades organizativas o incluso compañías.

Cada uno ve solo una parte del proceso. El descubrimiento manual del proceso a través de los clásicos talleres y entrevistas es muy

Figura 2. En los procesos de TI se registran en detalle qué actividades se realizan, cuándo y por quién.

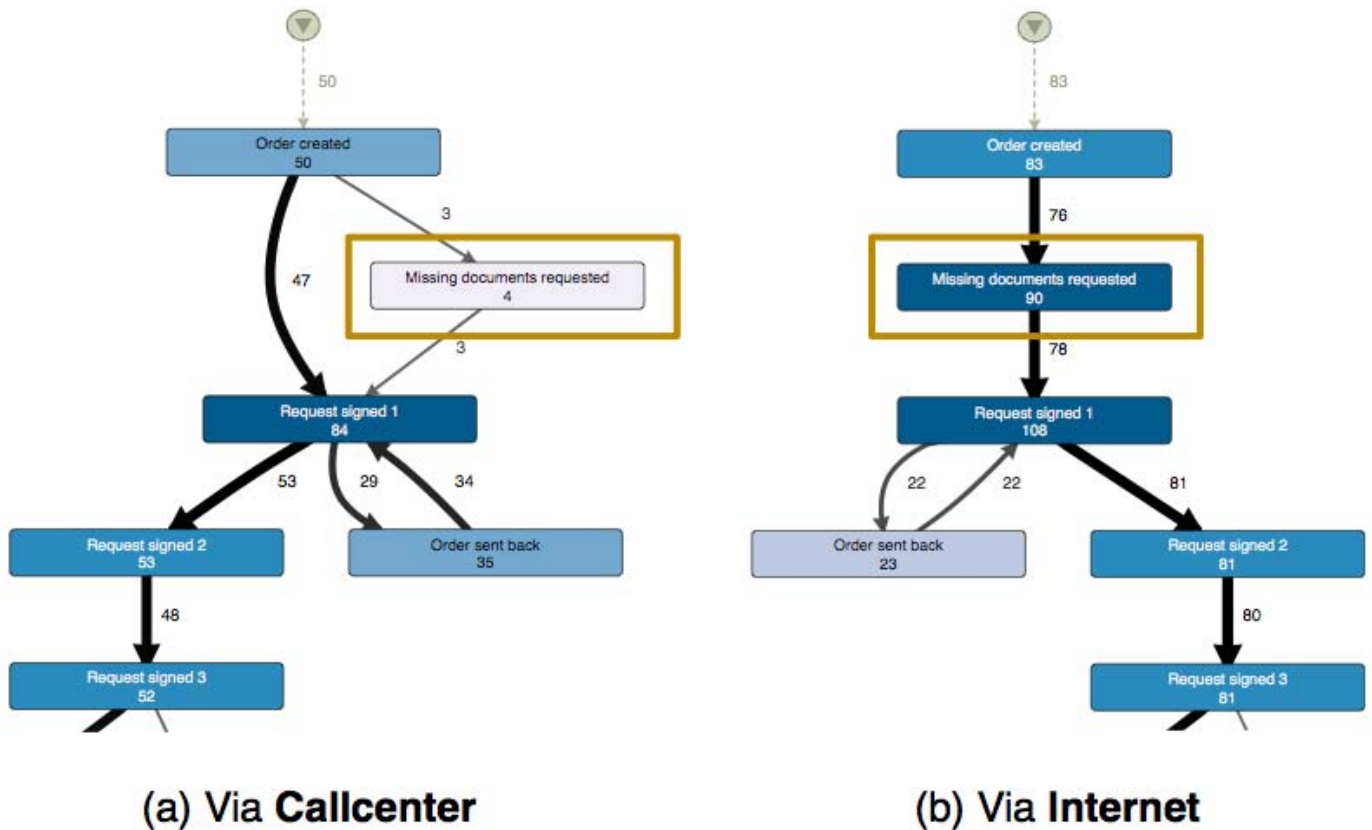


Figura 3. Visualización del proceso de devolución de casos que empiezan vía centro de llamadas (a) y por la vía del portal de Internet (b). En el caso de los casos abiertos vía Internet hay que pedir a menudo información complementaria. En los casos abiertos vía centro de llamadas ese problema no existe.

“ Como Maury hizo con los cuadernos de bitácora navales, se pueden derivar mapas de proceso objetivos que muestren cómo los procesos funcionan de verdad en el mundo real ”

costoso en tiempo y dinero, además de incompleto y subjetivo. Con las herramientas de la minería de procesos es posible hacer uso de los datos de TI existentes de los sistemas operacionales para visualizar rápida y objetivamente los procesos tal cual son y tal como están llevándose a cabo.

En talleres con depositarios de procesos, se puede, entonces, poner el foco en el análisis de las causas principales y las actividades de más valor añadido de dichos procesos.

3. Estudio de un caso concreto

En uno de nuestros proyectos hemos analizado un proceso de devolución dentro de un gran fabricante de productos electrónicos. La descripción del proceso siguiente ha sido ligeramente retocada para salvaguardar la identidad del fabricante. El punto de partida del

proyecto fue la sensación por parte del director de procesos de que este presentaba problemas graves. Las quejas de los clientes y el estudio de casos individuales indicaban que había ineficiencias y tiempos de ejecución demasiado largos en el proceso.

El proyecto fue llevado a cabo en las siguientes fases: Primero se recolectaron cuestiones y problemas concretos y se extrajeron los registros de TI de la correspondiente plataforma de servicio de todos los casos del año en curso. Se analizaron a continuación los datos de los registros junto con los directores de procesos en un taller interactivo.

Por ejemplo, en la figura 3 se puede ver un fragmento simplificado del principio del proceso de devolución. En el lado izquierdo (a) está el proceso para todos los casos que se

inician vía centro de llamadas. En el lado derecho (b) se puede ver el mismo fragmento del proceso para todos los casos que se inician a través del portal de Internet del fabricante. Ambas visualizaciones del proceso fueron construidas automáticamente utilizando el software de minería de procesos de Fluxicon, Disco, basado en los registros de TI que se han extraído.

Los números, el espesor de los arcos, y el color ilustran cuán frecuentemente cada actividad o camino se ha llevado a cabo. Por ejemplo, la visualización de los procesos iniciados a través del centro de llamadas se basa en 50 casos (ver la parte izquierda en la figura 3). Cada uno de los 50 casos empieza con la actividad de crear pedido. Después, la petición se aprueba inmediatamente en 47 casos. En 3 casos se ha de pedir más información al

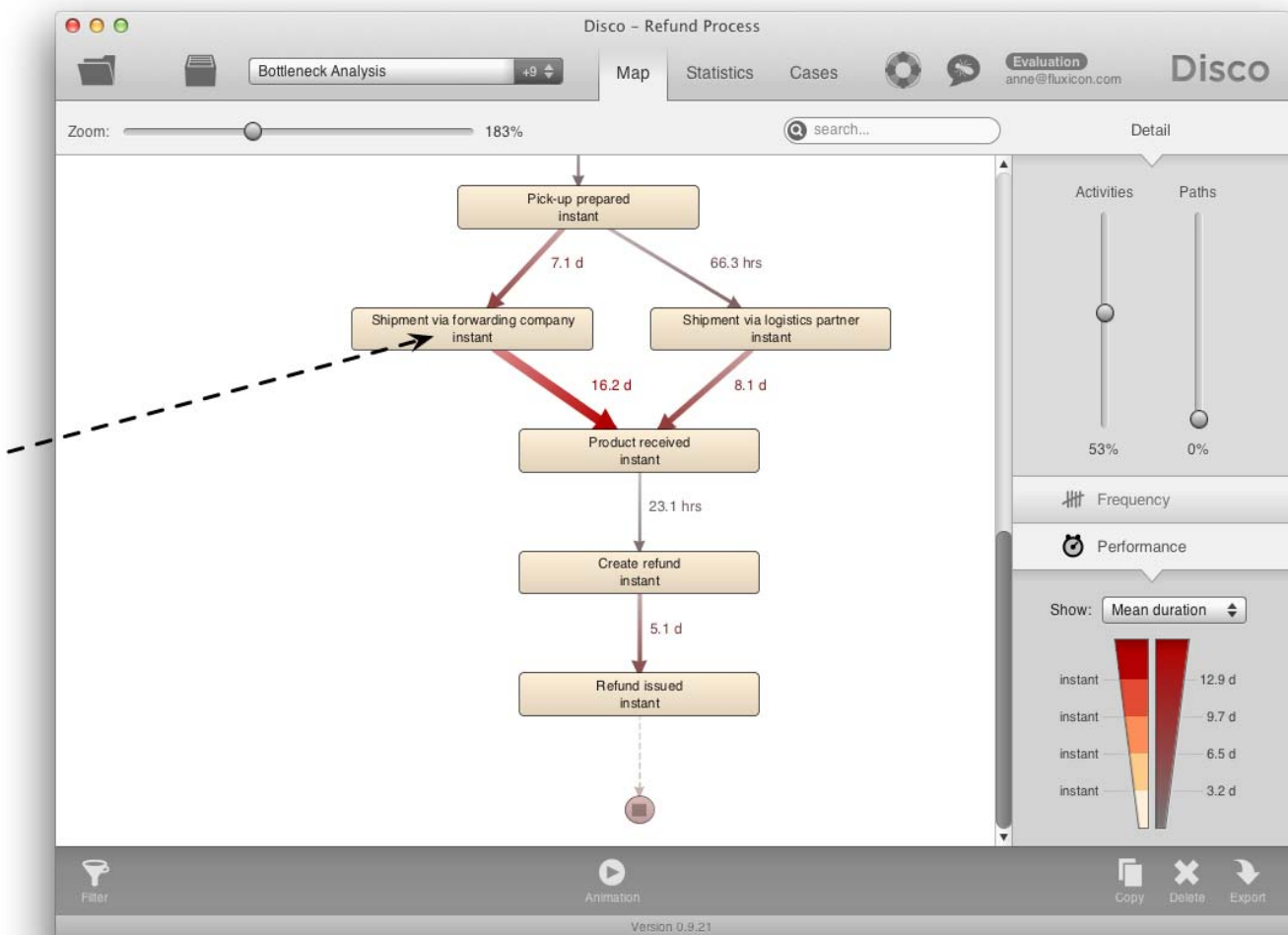


Figura 4. Pantallazo del software Disco de minería de procesos mostrando la vista del análisis del proceso. Resulta evidente que el reenvío a través de mensajería produce cuellos de botella.

cliente. Por simplicidad, solo el flujo del proceso principal se muestra aquí.

Lo que parece evidente en la **figura 3** es que, a pesar de que debe pedirse solo esporádicamente más información al cliente, esto ocurre en un montón de casos cuando los pedidos se hacen vía el portal de Internet: En el 97% de los casos analizados (77 de los 83 casos contemplados) se realiza este paso adicional en el proceso. En 12 de los 83 casos analizados (aprox. 14%) esto ocurre incluso en múltiples ocasiones (en total 90 veces para 83 casos). Este paso en el proceso es muy costoso en tiempo porque requiere una llamada o un correo electrónico por parte del proveedor de servicio. Adicionalmente, a través de la comunicación externa el proceso se retrasa para el cliente, que en un proceso de devolución ha tenido ya una mala experiencia. Por lo tanto, el problema necesita resolverse. Mediante una mejora en el portal de Internet (en lo que respecta a los datos obligatorios en el formulario que debe rellenarse para la petición de reembolso) puede prevenirse esta falta de esta información cuando se inicia el proceso.

Otro resultado del análisis es la detección de cuellos de botella detectados en las recogidas del producto llevadas a cabo por una empresa de mensajería. El fragmento de proceso de la **figura 4** muestra la media de tiempo de espera entre los pasos del proceso basándose en las marcas de tiempo de los datos históricos.

Igualmente los análisis de estos tiempos de espera se crean automáticamente mediante un software de minería de procesos. Se puede ver que antes y después del paso "Envío" por parte de la mensajería pasa un montón de tiempo. Por ejemplo, hay una media de casi 16 días entre el "Envío" y la "Recepción" del producto. La causa principal de los amplios tiempos de espera es que la empresa descubre que los productos son puestos en un palé y hasta que este no está completo no es reexpedido, lo cual lleva a retrasos, en especial para aquellos productos que se han colocado en el palé cuando este estaba casi vacío. Igualmente el proceso de devolución real en el lado de la empresa de productos electrónicos lleva también demasiado tiempo (una media de aproximadamente 5 días). Para el cliente, el proceso únicamente se ha completado en el momento de recibir el dinero.

Como resultado del análisis de la minería de procesos, se detectan las desviaciones respecto al proceso requerido. Es posible comparar los datos de los registros (y por lo tanto el proceso real) objetiva y completamente con respecto a las reglas de negocio requeridas, y aislar los casos que muestran desviaciones. Específicamente, hemos encontrado que (1) en un caso el cliente ha recibido el reembolso dos veces, (2) que en dos casos el dinero fue

reembolsado sin que la empresa manufacturera hubiera recibido el producto defectuoso, y (3) que en unos pocos casos se habían saltado el paso importante y obligatorio de la aprobación.

4. Lo último

La minería de procesos es todavía una disciplina joven y relativamente desconocida, que está accediendo al mercado a través de las primeras herramientas de software profesional, siendo respaldada por la publicación de casos particulares [4].

El Equipo de Trabajo sobre Minería de Procesos de la IEEE (*IEEE Task Force on Process Mining*) [5] se fundó en 2009 para incrementar la visibilidad de la minería de procesos. En otoño del 2011, se publicó un Manifiesto de minería de procesos (*Process Mining Manifesto*) [6], que está disponible en 13 idiomas.

Las empresas generan ya vastas cantidades de datos como un subproducto de sus procesos TI. Estos datos pueden ser analizados directamente mediante las herramientas de minería de procesos. Como Maury hizo con los cuadernos de bitácora navales, se pueden derivar mapas de proceso objetivos que muestren cómo los procesos funcionan de verdad en el mundo real [7]. Los desarrollos en el campo de Big Data¹ están ayudando al almacenamiento para posterior acceso a estos datos a fin de analizarlos de forma efectiva.

Los libros sobre corrientes y vientos de Matthew Fontaine Maury fueron tan útiles a mediados del siglo XIX, que incluso fueron utilizados de forma compulsiva por las aseguradoras [8] a fin de prevenir accidentes marítimos y garantizar la navegación sin problemas. De la misma forma, en el análisis y la optimización de los procesos de negocio llegará un momento, cuando menos lo imaginemos, en el que podremos incluso dejarlos a un lado y confiar únicamente en nuestra intuición.

Referencias

- [1] **Tim Zimmermann.** *The Race: Extreme Sailing and Its Ultimate Event: Nonstop, Round-the-World, No Holds Barred.* Mariner Books, 2004. ISBN-10: 0618382704.
- [2] **W. Brian Arthur.** *The Second Economy.* McKinsey Quarterly, 2011.
- [3] **Wil M.P. van der Aalst.** *Process Mining: Discovery, Conformance and Enhancement of Business Processes.* Springer-Verlag, 2011. ISBN-10: 3642193447.
- [4] **Alberto Manuel.** *Process Mining - Ana Aeroportos de Portugal,* 2012. BPTrends, <www.bptrends.com>.
- [5] **IEEE Task Force on Process Mining.** <<http://www.win.tue.nl/ieeetfpm/>>.
- [6] **IEEE Task Force on Process Mining.** *Process Mining Manifesto.* Business Process Management Workshops 2011, *Lecture Notes in Business Information Processing*, Vol. 99, Springer-Verlag, 2011.
- [7] **Anne Rozinat.** *How to Reduce Waste With Process Mining,* 2011. BPTrends, <www.bptrends.com>.
- [8] **Mark A. Thornton.** *General Circulation and the Southern Hemisphere,* 2005. <<http://www.lakeeriewx.com/Meteo241/ResearchTopicTwo/ProjectTwo.html>>.