

Reglas de negocio: un nuevo enfoque de sistemas informáticos para la gestión dinámica empresarial

Business rules: new approach of informatics systems to the management business dynamics

LUIS OLIVERIO CHAPARRO LEMUS

Ingeniero de Sistemas

Grupo de Investigación GIPROCAS

Universidad de Boyacá, Colombia

lochaparro@uniboyaca.edu.co

Recibido: 25/06/2012

Aceptado: 17/08/2012



RESUMEN

El enfoque de reglas de negocio propone separar la lógica volátil de las aplicaciones principales para procesarla de manera independiente. Esto facilita la definición y cambio de las reglas y evita la costosa modificación de las aplicaciones legadas. Este artículo presenta un panorama del enfoque de reglas de negocio. Discute las razones por las que este enfoque está siendo adoptado por las empresas que manejan grandes cantidades de reglas volátiles. Muestra cómo el desarrollo investigativo y tecnológico soportan esta tendencia. También presenta un prototipo de motor de reglas de negocio, desarrollado como parte de los avances del proyecto de investigación¹ en que está enmarcado este artículo.

Palabras clave: Regla de negocio, motor de reglas, sistema gestor de reglas, sistemas basados en reglas.

ABSTRACT

The business rules approach proposes separating volatile logic for processing major applications independently. This facilitates the definition and changing the rules and avoids expensive modification of legacy applications. This article presents an overview of the business rules approach. Discuss the reasons why this approach is being adopted by companies that handle large amounts of volatile rules. Shows how the research and technological development support this trend. It also presents a prototype business rules engine, developed as part of the progress of the research project is framed in this article.

Keywords: Business rule, engine rule, management rule system, rule-based systems

¹ Este artículo es parte del proyecto 'Construcción de un proceso de desarrollo de software con base en MDA y MDD' que realiza el grupo de investigación GIPROCAS, de la Universidad de Boyacá.

INTRODUCCIÓN

El propósito original de las Reglas de Negocio (RN) era expresar todos los tipos de reglas que pueden surgir de los requisitos del sistema. Sin embargo, esta tendencia se modificó cuando se descubrió que el enfoque de reglas de negocios es particularmente útil para gestionar segmentos volátiles de la lógica del negocio; es decir, los casos en los que las reglas expresan aspectos del negocio que cambian con una frecuencia relativamente alta (reglas volátiles). Se denomina “enfoque de reglas de negocio” a las acciones orientadas a gestionar las RN volátiles, en forma independiente del proceso y de las aplicaciones empresariales.

Este enfoque particular de las RN permite expresar en forma específica la dinámica de los sistemas empresariales. En un mercado esencialmente dinámico, la gestión independiente de las RN favorece la competitividad de la empresa y las expectativas de la dirección. Las RN representan el conocimiento concreto del negocio; describen su comportamiento y definen algunos de sus aspectos estructurales. El tratamiento independiente de las reglas, favorece su modificación y facilita su invocación desde diversas aplicaciones, locales o remotas. El enfoque de reglas de negocio proporciona un conjunto de ventajas importantes: preserva el conocimiento del negocio, permite la manipulación de las RN por parte de expertos y analistas de negocio sin intervención del personal de Tecnología de Información (TI) evita la modificación de las aplicaciones empresariales cuando las reglas y políticas cambian, mejoran la modularidad y accesibilidad de las aplicaciones a las reglas y políticas empresariales.

En este trabajo se presenta un panorama general y analítico del enfoque de reglas de negocio. Las fuentes consultadas para este propósito son artículos obtenidos de las áreas especializadas del Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE), la Springer Verlag, Association for Computing Machinery (ACM) y el Business Rules Community (BRC).

En este artículo, además de la introducción, se presenta el concepto de regla de negocio; se describe el origen del enfoque de reglas de negocio; se presenta una breve reseña de los motores de RN y sistemas gestores de RN; se enuncian los principales desarrollos y áreas de investigación; y finalmente se describe un prototipo de motor de reglas, elaborado en el proceso de investigación con el fin de aprender acerca de los Motores de Reglas de Negocio (MRN).

¿QUÉ ES UNA REGLA DE NEGOCIO?

Una definición precisa y única de ‘regla de negocio’ no es posible encontrar en la literatura especializada. Muchos autores han propuesto definiciones, desde el punto de vista del negocio y desde el punto de vista tecnológico. El Grupo de Reglas de Negocio (BRG por sus siglas en inglés) del Grupo de Gestión de Objetos (OMG por sus siglas en inglés), por ejemplo considera que una Regla de Negocio es una “declaración que define o restringe algún aspecto del negocio” (BRG, 2000). Con base en esta definición, autores como Ross (2010), SBVR² (2010) han elaborado sus propias definiciones. Igualmente desde el punto de vista tecnológico Martin y Odell (1998) y Russel (1995) proponen que una regla de negocio es un restricción que opera sobre el sistema. Sin embargo, una definición que brinda una buena explicación de regla de negocio, desde la perspectiva del negocio, afirma que una regla negocio es “una regla que está bajo la jurisdicción del negocio” (BRG, 2000).

Los siguientes son ejemplos de reglas de negocio descritas desde la perspectiva del negocio:

R1: Cuando un artículo alcance su punto mínimo, se debe emitir una solicitud de pedido de ese producto.

R2: Un cliente es moroso cuando, a la fecha debe más de dos facturas vencidas.

R3: Una factura está vencida cuando la fecha actual es mayor, en dos días o más, que la fecha de pago.

R4: A un cliente moroso no se le debe conceder nuevos créditos.

La regla 1 describe cuando ejecutar una acción, las reglas 2 y 3 definen aspectos concretos del negocio y la regla 4 restringe una acción. Nótese además que las reglas 1, 2 y 3 conforman un conjunto del cual se puede deducir cierto conocimiento con base en las evidencias que se presenten. Sin embargo, para incorporar estos tipos de reglas en el proyecto es necesario, realizar un proceso de transformación reescritura a la luz del negocio y de la tecnología hasta convertirlas en reglas que sean procesables por un motor de reglas.

² SBVR por sus siglas en inglés (The Semantics of Business Vocabulary and Business Rules)–es un standard del OMG

ORIGEN DEL ENFOQUE DE LAS REGLAS DE NEGOCIO

Aunque las RN se mencionaron por primera vez en el ámbito del desarrollo de sistemas de software empresarial, ellas constituyen uno de los pilares de la gestión de los negocios. Las RN están presentes en políticas del negocio, en las normas del negocio, en los procesos y procedimientos empresariales y especialmente en los procesos de toma de decisiones. En este último, la efectividad de reglas de negocio, ha sido demostrada mediante el procesamiento automatizado (motores de reglas) en sectores como el financiero y seguros (Fair Isaac, 2010), (ILOG, 2010), (Frieeman-Hill, 2003).

En el entorno de la ingeniería de software, inicialmente, las RN se percibieron como un tipo de requisito que cumple la función de definir o restringir algún aspecto del negocio (Hay y Healy, 2000) y por lo tanto del sistema de información que lo sustenta. Por este motivo las RN, hasta hace pocos años, se incrustaban dentro del código fuente de las aplicaciones empresariales, donde cumplían su propósito. Sin embargo con el crecimiento de la complejidad y la dinámica de los negocios, la cantidad de RN creció considerablemente y también aumentó la frecuencia de modificación de tales reglas. Esta situación planteó un alto incremento en los costos de modificación de las aplicaciones que contenían estas reglas y la entrega oportuna de tales cambios se convirtió en un reto, que cada día fue más difícil de cumplir.

Con el propósito de solventar estos problemas, surgió entonces el *enfoque de reglas de negocio*, que propuso separar las RN de las aplicaciones empresariales para su procesamiento. Con esta estrategia, se buscó agilizar el cambio de las reglas, dar el control de la gestión de las reglas al personal del negocio y evitar los costosos cambios en las aplicaciones generados por los continuos cambios en tales reglas.

En definitiva, los principales factores que dieron origen al '*enfoque de reglas de negocios*' se pueden resumir en los siguientes puntos:

- *La necesidad de organizar las RN.* Las reglas de negocio de una organización suelen estar en medios tan diversos como el cerebro de algunas personas del negocio, en documentos y manuales de procedimientos, en los procesos del negocio y en el código fuente de algunas aplicaciones empresariales. Esta situación de dispersión requería urgentemente un enfoque que permitiera su organización y control efectivo.
- *La volatilidad de las RN.* La creciente frecuencia con el que las reglas cambian en los actuales entornos dinámicos de negocios, tornó inmanejable el control de cambios en las reglas y el control la consistencia entre ellas.
- *Los sistemas intensivos en RN.* Muchas organizaciones requieren una gran cantidad de RN para sustentar la toma de decisiones complejas. Las reglas además de definir y restringir ciertos aspectos del negocio, se han convertido en una fuente de conocimiento que tiene capacidad de generar nuevos conocimientos, especialmente en la toma de decisiones empresariales.

- *Las propiedades de las RN.* Organizaciones como el OMG y BRC, detectaron los factores anteriores y entraron en escenario para formalizar los principios teóricos y conceptuales de las reglas de negocios, que permitieran un desarrollo coherente de la investigación y el desarrollo tecnológico en esta área.

De otro lado, las reglas de negocio juegan un papel central en la gestión empresarial y en su plan de negocio desde el punto de vista del Business Motivation Model (BMM),(OMG, 2007). Las reglas son los átomos que conforman la materia prima del plan estratégico de negocios. Ellas son los elementos de las políticas del negocio, y éstas a su vez son los componentes que ayudan definir las estrategias y tácticas de la misión. Además, las políticas y las reglas de negocio colaboran en el logro de las metas y los objetivos de la empresa, que son componentes de la visión empresarial.

El enfoque de RN, conduce entonces a la generación de un nuevo campo de investigación en el área de desarrollo de sistemas de información. Los avances de investigación en este campo conducido a importantes desarrollos tecnológicos relacionados con la construcción de herramientas que permiten procesar el conocimiento y tomar acciones que subyacen a las reglas de negocios mediante sistemas de gestión de reglas.

MOTORES Y SISTEMAS DE GESTIÓN DE REGLAS DE NEGOCIO

Los factores y situaciones antes descritos dieron origen, primero a los Motores de Reglas de Negocio (MRN) y posteriormente a los Sistemas de Gestión de Reglas de negocio (SGRN). Los MRN se inspiran en los motores de reglas de los sistemas basados en el conocimiento (SBC) de la Inteligencia Artificial. Los MRN son herramientas genéricas que soportan el procesamiento de reglas de cualquier tipo de empresa; procesan el conocimiento de tales empresas de manera similar a como los gestores de bases de datos procesan los datos. Los SGRN, además de procesar las reglas según los principios de los SBC, adicionan un conjunto de facilidades para ayudar a gestionar y validar las RN con la mínima participación de los expertos de las TI. En conclusión un MRN es diferente a un SGRN (Nagl et al., 2006), realmente, el primero es el componente nuclear del segundo.

Sistemas de Gestión de Reglas de Negocio

El SGRN es una herramienta de software “que gestiona toda la lógica de decisión de una organización, con cierta independencia del sistema de información que la sustenta”, Versasof (2011). Es decir, un SGRN facilita la integración de las RN con otros sistemas empresariales y le permite al experto del negocio administrar la lógica volátil representada mediante políticas y reglas de negocios que cambian con frecuencia.

La mayoría de los SGRN sólo procesan *reglas de producción*³, que son ejecutables en un motor de reglas (Rosember, 2005), de manera que los disparadores y las restricciones de una base de datos, aunque son reglas de negocio, no quedan bajo el control de los SGRN actuales. Por lo tanto las reglas de restricción y las reglas de derivación tendrían que ser modeladas como reglas de producción.

En términos generales, de acuerdo con Nagl et al. (2006) los componentes básicos de un SGRN son:

- *Motor de reglas*, cuya función es procesar y gestionar las reglas de manera eficiente. Por lo general se basa en una versión del algoritmo RETE (Forgy, 1982).
- *Sistema de configuración*, cuya función es almacenar las reglas utilizadas.
- *Interfaz de acceso*, que permite a los expertos modificar y gestionar (edición y actualización) las reglas.

Las principales funcionalidades de un SGRN (Dieter y MacCoy, 2007), son: repositorio para la gestión de configuración, integración con las aplicaciones de la organización, simulación de reglas, monitorización y análisis, gestión y administración, reutilización de reglas. Esta última puede estar basada en plantillas de reglas (Graham, 2005), que permiten definir estructuras parametrizables de conjuntos de reglas.

Motor de Reglas de Negocio

Un Motor de Reglas de Negocio (MRN) es una pieza de software que permite separar las RN del código de las aplicaciones empresariales (Silverira, 2010). El motor procesa las RN independientemente de tales aplicaciones, de manera que, mediante algunas facilidades adicionales, el experto del negocio puede definir y modificar las reglas sin intervención del personal especializado TI.

³ Son reglas que se expresan con el formato ‘si – entonces’ y que permiten hacer inferencia.

Un motor de reglas se puede percibir como un intérprete especializado de sentencias del tipo 'si-entonces'; donde la parte *si* contiene la condición y la parte *entonces* contiene la acción o conclusión. Como intérprete, el motor acepta como entrada un conjunto de reglas y algunos objetos de datos y las salidas pueden ser datos modificados, nuevos objetos de datos y efectos colaterales como un mensaje de aviso o correo electrónico (Nagl et al., 2006).

Los componentes de un motor de reglas de negocio típico son: *base de reglas (production rules)*, *memoria de trabajo (fact base)*, *emparejador de patrones (pattern matcher)*, *motor de inferencia*, *agenda*, *grupo conflictivo de reglas (conflict set)* y *resolución de conflicto* (Graham, 2005, Silverira, 2010).

Un ciclo completo de procesamiento de un motor inicia cuando se dispara la primera regla de la agenda y el proceso completo se repite tantas veces como sea necesario hasta procesar la última regla de la agenda. Como se muestra en la figura 1, un ciclo se ejecuta en dos fases: determinación de reglas a disparar y evaluación de reglas utilizando la agenda.

De acuerdo con la estrategia utilizada para procesar reglas, hay dos **tipos de motores** de RN, según sea su estrategia de encadenamiento, hacia adelante (Forward-chaining) o hacia atrás (backward-chaining). Sus principales características se explican a continuación (Graham, 2005).

Un motor tipo **encadenamiento hacia adelante**, toma los hechos almacenados en la memoria de trabajo e intenta aplicar tantas reglas como sea posible. Este tipo es adecuado cuando se requiere obtener conclusiones de alto nivel a partir de uno o más hechos simples.

Un motor de tipo **encadenamiento hacia atrás**, trabaja a partir del consecuente; desde una conclusión que se ha de probar, para determinar si hay hechos en la memoria de trabajo que permitan probar la veracidad de la conclusión (Dietrich, 2004). Este tipo de motor, trata de satisfacer condiciones ejecutando las partes derechas de las reglas para establecer si se logran los objetivos que plantea la regla.

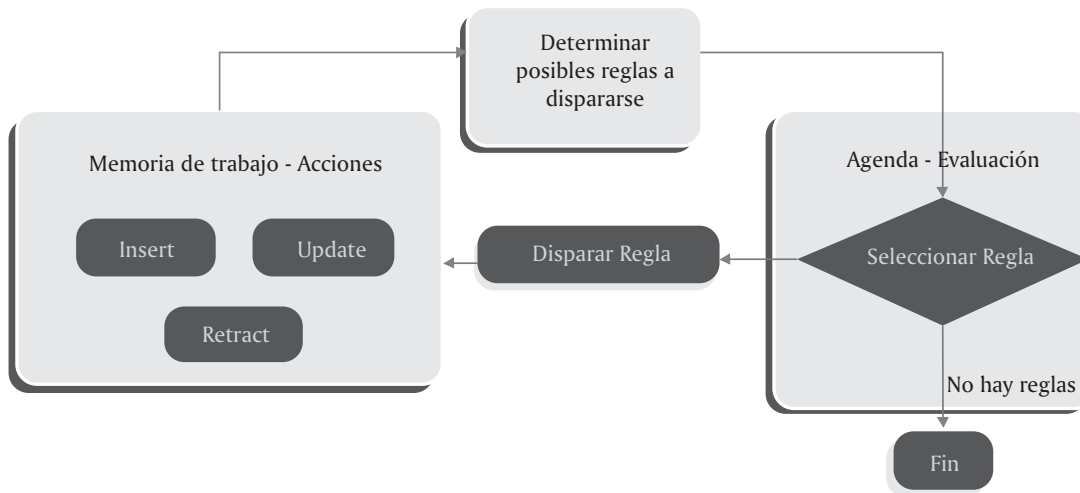


Figura 1. Procesamiento en dos fases de un motor de reglas. Fuente: Silveira, 2010

Un motor tipo *encadenamiento hacia adelante*, toma los hechos almacenados en la memoria de trabajo e intenta aplicar tantas reglas como sea posible. Este tipo es adecuado cuando se requiere obtener conclusiones de alto nivel a partir de uno o más hechos simples.

Un motor de tipo *encadenamiento hacia atrás*, trabaja a partir del consecuente; desde una conclusión que se ha de probar, para determinar si hay hechos en la memoria de trabajo que permitan probar la veracidad de la conclusión (Dietrich, 2004). Este tipo de motor, trata de satisfacer condiciones ejecutando las partes derechas de las reglas para establecer si se logran los objetivos que plantea la regla.

OTROS DESARROLLOS Y ÁREAS DE INVESTIGACIÓN

Los MRN y SGRN, son el resultado más palpable de la actividad de investigación del enfoque de reglas de negocio. Ellos representan la solución al principal problema de este enfoque; 'procesar las RN independientemente de las aplicaciones empresariales'. Sin embargo, estos desarrollos han planteado otros problemas que actualmente son objetos de estudio; entre los cuales están los siguientes:

- *Algoritmos y estrategias de procesamiento de reglas.* La mayoría de los motores de reglas de negocio usan el algoritmo RETE⁴ (Forgy, 1982) o una variante. Mucha actividad investigativa está centrada en producir versiones más efectivas del algoritmo RETE y en la generación y prueba de otras propuestas.
- *Presentación orientada a los expertos del negocio.* Hace referencia a la interfaz que se presenta al usuario para escribir y modificar las RN. En esta línea existen diversas propuestas, tales como plantillas, lenguaje controlado, lenguajes gráficos (basados en el lenguaje unificado de modelado UML) y lenguaje natural. Sin embargo, no existe una estrategia que se acomode completamente a las necesidades de tales usuarios.
- *Interpretación de las reglas escritas por los expertos del negocio.* Después de obtener las RN a partir de lenguaje de usuario, es necesario representarlas mediante un lenguaje formal que pueda ser interpretado por el motor de reglas. En este sentido existen diversas propuestas, pero todavía no hay un consenso ni satisfacción por parte de los investigadores ni de los desarrolladores tecnológicos. Algunas de estas propuestas son Business Process Execution Language (BPEL), eXtensible Markup Language (XML) y lenguajes basado en XML, formalismos lógicos y aproximaciones lógicas con SBVR(OMG, 2006).
- *Tratamiento de diversos tipos de RN.* La mayor parte de los SGRN y MRN sólo procesan reglas de producción, de manera que otros tipos de reglas (restricciones, disparadores) tienen que ser expresados como reglas de producción (si es posible) o no serán procesables por tales herramientas.
- *Integración de las RN con las aplicaciones empresariales.* Esto implica que los MRN y SGRN puedan recibir peticiones de las aplicaciones para procesar las reglas y devolver los resultados de tal procesamiento, así como reutilizar las reglas de otras aplicaciones. Al respecto existe mucho por hacer, pues a las propuestas todavía les falta madurar, sobre todo si tal integración se debe hacer en ámbitos de sistemas distribuidos y aplicaciones basadas en Web.
- *Desarrollo de sistemas basados en reglas de negocio.* Las RN pueden estar inmersas en documentos y en la mente de los expertos del negocio. En tales casos expresar las reglas para incluirlas y procesarlas en un SGRN, implica un proceso complejo para obtener las reglas y el conocimiento representado por ellas y organizarlas apropiadamente. Son procesos, métodos o ciclos de vida que existen al respecto.
- *Extracción de RN a partir del código fuente de sistemas legados.* Muchas RN están ‘enterradas’ en el código fuente de estos sistemas, donde el experto no puede acceder para gestionarlas. En estos casos es necesario disponer de algún método para extraerlas, de manera que una vez obtenidas, puedan ser procesadas por los MRN. Al respecto existen diversas propuestas pero no existe una que garantice la obtención correcta de la totalidad de las reglas.

⁴ Es un algoritmo de reconocimiento de patrones eficiente para implementar un sistema de reglas de producción. No existe una definición conocida de la sigla RETE.

UN PROTOTIPO DE MRN PARA APRENDER

Finalmente y con el ánimo de aprender acerca de los problemas que se afrontan con los MRN, el Grupo de Investigación en Procesos y Calidad de Software (GIPROCAS) de la Universidad de Boyacá, ha diseñado y construido un motor muy sencillo. Para su desarrollo se aplicó un modelo de desarrollo evolutivo, que ha permitido su mejoramiento, en la medida que se van conociendo nuevos requisitos que debe tener este software. Además, para su modelado se usaron las herramientas Rational Rose y OlivaNOva.

Las principales características de este motor son las siguientes:

- *Presentación al usuario experto.* La interfaz está basada en plantillas gráficas sencillas, pero dispendiosas por ahora, ya que lo ideal es trabajar con lenguaje natural (LN) o aproximaciones al mismo.
- *Algoritmo de inferencia básico.* Una lógica que compara directamente los hechos no persistentes con las reglas de la base de reglas persistente.
- *Base de reglas persistentes.* Las reglas almacenadas pueden ser reutilizadas en inferencias posteriores.
- *Hechos no persistentes.* Los hechos se almacenan en memoria volátil, cada vez que se requiere hacer una deducción.
- *Encadenamiento hacia adelante.* Los hechos se emparejan con las condiciones para tratar de encontrar una conclusión o acción.

El prototipo permite realizar las siguientes funciones:

- *Gestión de RN.* Permite crear, modificar y eliminar RN
- *Gestión de hechos.* Permite adicionar y retirar hechos a la memoria de trabajo, para hacer las inferencias necesarias.
- *Explicar el procedimiento de inferencia.* Muestra paso a paso las RN utilizadas en cada proceso de inferencia.
- *Muestra conclusiones intermedias.* Adiciona hechos producidos en el proceso de inferencia y actualiza la memoria de trabajo (base de hechos) para completar inferencias incompletas.
- *Genera una respuesta.* Si hay respuesta del proceso de inferencia, la muestra.

El motor descrito anteriormente ha permitido entender algunos detalles del procesamiento de RN, tales como la importancia de la coherencia entre las reglas, el algoritmo de selección y emparejamiento y la interfaz del sistema para el usuario del negocio. Estos y otros aspectos serán el motivo de los próximos trabajos.

CONCLUSIONES Y TRABAJOS FUTUROS

En este artículo presenté una visión general del *enfoque de reglas de negocios*, desde los puntos de vista tecnológico y del negocio. Se discutió la importancia de las reglas de negocio en los sistemas de información intensivos en reglas de negocio y se llegó a las siguientes conclusiones:

- Las RN representan restricciones del negocio que se deben modelar como elementos de primera clase en los sistemas de información.
- Las RN volátiles se deben separar de las aplicaciones para que las modificaciones en tales reglas no afecten los sistemas de información.
- Los sistemas de gestión de reglas de negocio facilitan el manejo de las RN volátiles y su interacción con las aplicaciones que las utilizan. Los sistemas más conocidos son los que manipulan RN que apoyan la toma de decisiones.
- Se determinó que un motor de reglas está conformado por un gestor de reglas y un conjunto de utilidades que aseguran la consistencia entre reglas y la optimización de las actualizaciones.
- El prototipo de motor de reglas de negocio que se ha desarrollado, ha permitido entender los problemas inherentes a la gestión de reglas. Algunos de ellos dependen del tipo y la cantidad de reglas, del algoritmo de procesamiento y la forma como las reglas se hayan diseñado, entre otros.

A este punto se ha logrado obtener un conocimiento apropiado de las RN, de su importancia en los sistemas empresariales. Se ha establecido la arquitectura de los motores de reglas y de sus particularidades para el manejo de reglas. Se ha evidenciado que clasificación de RN es de vital importancia para incorporarlo al proyecto general. Por esto es necesario realizar próximamente los siguientes trabajos y actividades:

- Una clasificación exhaustiva de las reglas de negocios desde el punto de vista del negocio y de la tecnología.
- Estudio preliminar del algoritmo RETE con el propósito de mejorar el actual prototipo de motor de reglas.

- Realizar una versión mejorada del motor de reglas, que incluya los principios básicos del algoritmo RETE y las experiencias obtenidas en las pruebas y utilización del motor.
- Estudio de temas relacionados con presentación y captura de reglas, representación mediante lenguajes de reglas, articulación con las aplicaciones empresariales (especialmente distribuidas) y la articulación con el proceso de negocio.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BRG The Business Rules Group (2000). “Defining Business Rules - What Are They Really?”. Final Report, revision 1.3. July 2000. <http://www.businessrulesgroup.org/>.
- BMM OMG (2007). Business Motivation Model, <http://www.businessrulesgroup.org/>, 2007.
- DIETER, C. and MacCoy, D. (2007). “The Anatomy of a business Rules Management System”. Garnert Research, ID number: G00149753, 2007.
- DIETRICH, J. (2004). “A Rule-Based System for eCommerce Applications”, Lecture in Notes in Computer Science, 2004, Volume 3213, Knowledge Based Intelligent information an Engineering System, Pages 455-463, Springer Verlag Berling Heidelberg 2004.
- FAIR Fair Isaac Corp.(2010).“Blaze Advisor”, <http://www.fairisaac.com/fairisaac>, 200, consultado Junio 2010.
- FORGY, C. (1982). “A fast Algorithm for the many pattern/many Object Pattern Match Problem”, en Artificial Intelligence (19, 13-17) 1982
- FRIEDMAN-Hill, E. (2003). “Jess in Action, Manning Publication Co.” 2003
- HAY, D. and Healy K. (2000). “Defining business rules - what are they really”. GUIDE Business Rule Report. <http://www.businessrulesgroup.org/>, 2000.
- GRAHAM, I. (2005). “Service Oriented business Rule Management System”, Tireme International Ltda, www.tireme.com, consultado Julio 2010.
- ILOG Inc. (2010). “JRules 2008: motor de reglas de negocio”, <http://www-01.ibm.com/software/web-sphere/products/business-rule-management/>, consultado Junio 2010.
- MARTIN, J. and J. Odell (1998). Object Oriented Methods, Prentice Hall, New York 1998.
- NAGL, F. and Schahram, D. (2006). “ViDRE – A distributed Service Oriented Business Rules Rule Engine based on RuleML”. Proceedings of the 10th IEEE International Conference on Services Computing (SCC’06), IEEE Computer Society 2006.

- OMG SBVR (2006). “SBVR – Semantics of Business Vocabulary and Business Rules” Adopted specification.
- ROSEMBERG, f. and Dustdar R. (2005). “Towards a Distributed Service-Oriented Business Rules System”, Proceedings of the Third European Conference on Web Services (ECOWS’05), IEEE Computer Society 2005.
- ROSS, R. (2010). “What Is a Business Rule?” Business Rules Journal, Vol. 11, No. 3 (Mar. 2010).
- RUSSELL and N. P. (1995). Artificial Intelligence: A Modern Approach. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, NJ, 1995. URL: <http://www.BRCommunity.com/a2010/b525.html>
- SBVR Excerpt (2010). “SBVR Speaks: The Key Notions of the SBVR Approach,” Business Rules Journal, Vol. 6, No. 12 (Dec. 2005), revised (April 2010), URL: <http://www.BRCommunity.com/a2005/b263.html>
- SILVEIRA, L. (2010). Diseño e Implementación de un Motor de Reglas usando Especificaciones GeneXus. Tesis de maestría, Universidad de la República, INCO, Uruguay 2010.
- VERASOF página web de (2011). “Sistemas de reglas de negocio / Drools” <http://cupi2.uniandes.edu.co/sitio/index.php/tutoriales/drools/preliminares-drools>. Consultado enero de 2011.