

Implementación del enfoque de reglas de negocio utilizando motores de reglas en el desarrollo de aplicaciones Java

Juan Carlos García González
Margarita André Ampuero

En las diferentes metodologías o enfoques de desarrollo de software está demostrado que la capa de lógica de negocio de las aplicaciones empresariales resulta ser la más compleja de implementar y la que más tiende a variar. Esto es producto de los frecuentes cambios que ocurren en las reglas de negocio que controlan las organizaciones. Por lo general estas reglas de negocio quedan dispersas por varios puntos de la capa de lógica de negocio de las aplicaciones empresariales. Este trabajo tiene como propósito discutir las facilidades del enfoque de reglas de negocio y demostrar la factibilidad de utilizar los motores de reglas de negocio como herramienta para implementar el enfoque. Se proponen los pasos para utilizar el motor de reglas en el desarrollo de aplicaciones Java siguiendo el enfoque de reglas de negocio y se valida la propuesta a través de un caso de estudio empleando el motor de reglas JBoss Rules.

Palabras clave: reglas de negocio; desarrollo de aplicaciones empresariales; enfoque de reglas de negocio; motores de reglas de negocio

RESUMEN

ABSTRACT

In various methodologies or approaches of software development is demonstrated that the business logic layer of enterprise applications turns out to be the most complex to implement and more tends to vary. This is a result of frequent changes occurring in business rules that control organizations. Usually these business rules are scattered in different locations of the business logic layer of enterprise applications. This paper aims to discuss the facilities of the business rules approach and demonstrate the feasibility of using business rules engines as a tool to implement the approach. Steps are proposed to use the rules engine in Java application development following the approach of business rules and the proposal through a case study is validated using the rule engine JBoss Rules.

Keywords: business rules; enterprise application development; business rules approach; business rules engines

Introducción

En la actualidad ha incrementado de forma notable la demanda de aplicaciones informáticas en el marco de las empresas razón por la cual la industria de software debe garantizar aplicaciones que brinden rendimiento y alta calidad. En este sentido los entornos de desarrollo más avanzados disponen de

plataformas para desarrollar aplicaciones empresariales basadas en la separación en capas. Estas aplicaciones suelen dividirse en tres grandes capas: presentación, lógica de negocio y persistencia o acceso a datos [Sotolongo, '12].

Las aplicaciones empresariales ofrecen

soporte a los procesos de negocio de las organizaciones, las cuales están sujetas a numerosas reglas. Las reglas de negocio son los requisitos que más tienden a variar en el tiempo y de hecho, existen negocios en los cuales las reglas pueden ser muy cambiantes. De manera general se puede afirmar que en enfoques tradicionales de

desarrollo de software las reglas del negocio se implementan dentro de la capa de lógica de negocio, en diferentes puntos del código fuente. Esto provoca que cualquier cambio en las reglas de negocio implique buscar todos los lugares donde esté codificada la regla, modificar, recompilar el código fuente y actualizar la aplicación, corriendo el riesgo de que se queden lugares sin cambiar la regla de negocio [Boggiano, '08; Von Halle, '02]. Como propuesta alternativa ha surgido una metodología conocida como enfoque de reglas de negocio, la cual propone identificar, definir, almacenar y ejecutar las reglas de negocio de manera externa al núcleo de la capa de lógica de negocio [Ross, '03]. Sin embargo, el enfoque indica qué se debe hacer y no cómo hacerlo. Para implementar este enfoque se pueden utilizar herramientas que se conocen como motores de reglas de negocio.

Desde hace más de una década se ha ido produciendo un acercamiento a las reglas de negocio como un nuevo enfoque para precisar los procesos de desarrollo de software. Este nuevo enfoque ha ido ganando partidarios en el mundo de los desarrolladores de software. De aquí han surgido importantes organizaciones como es el Grupo de Reglas de Negocio (BRG, por sus siglas en inglés) o la comunidad de reglas de negocio. Como resultado final se ha obtenido una nueva metodología de desarrollo enfocada en reglas de negocio, así como también a numerosos conceptos, definiciones, técnicas y herramientas relacionadas con el tema [BRG, '01] [Ross, '03].

Este artículo tiene como objetivo realizar un acercamiento a un enfoque que sitúa a las reglas de negocio como elemento clave para el desarrollo de aplicaciones empresariales. Para alcanzar este objetivo se definen conceptos importantes sobre el tema, se mencionan los principales pasos que establece el enfoque y se definen potencialidades que tienen las herramientas conocidas como motores de reglas de negocio. Para esto se elabora un caso de estudio donde se utiliza un motor de reglas de negocio, para aplicar en el enfoque de reglas de negocio y validar la factibilidad de esta propuesta. Finalmente se realiza el análisis de los resultados obtenidos y se muestran las ventajas que brinda utilizar un motor de reglas de negocio para aplicar el nuevo enfoque de desarrollo de software.

Materiales y métodos

A continuación se explica la metodología que da soporte al enfoque de reglas de negocio y los motores de regla como una vía para implementar el enfoque. Se realiza un análisis comparativo de un conjunto de motores reglas que ayudan a fundamentar la selección teniendo en cuenta criterios relacionados con la facilidad de integrarlos en aplicaciones desarrolladas en Java

Enfoque de Reglas de Negocio

Las reglas de negocio permiten definir las condiciones para establecer un negocio o precisar de qué forma se controlará el comportamiento de los eventos dentro de este. Muy importante resulta establecer los pasos que se deben seguir para alcanzar las metas y objetivos del mismo. Las reglas de negocio son requisitos que definen cómo el negocio debe operar.

Una regla de negocio es una declaración que define, establece u obliga un cierto aspecto del negocio. Con ello se pretende imponer la estructura del negocio y de esa forma condicionar el comportamiento de este. Las reglas definen y controlan los procesos de negocio en una organización. Un evento de negocio fracasa cuando no puede cumplir las reglas establecidas para un evento exitoso. Los líderes del negocio determinan la diferencia entre un evento exitoso y uno infructuoso, lo hacen indicando las reglas que definen todas las condiciones posibles y permitidas de éxito de un evento en particular, junto con las que no son permitidas [Ambler, '04] [Ross, '03] [Von Halle, '02].

Así, una regla de negocio, básicamente, es una declaración compacta sobre un aspecto del negocio, usando un lenguaje simple, inequívoco, accesible a todas las partes interesadas: el dueño del negocio, el analista y el arquitecto técnico [Lowenthal, '05].

Las reglas de negocio se identifican durante el transcurso de la captura y análisis de requisitos, básicamente. Una buena regla de negocio es cohesiva, es decir, describe solamente un concepto. Asegurándose de que las reglas de negocio sean cohesivas, se hacen más fáciles de definir y aumenta la probabilidad de que sean reutilizadas [Ross, '05]. Según lo antes mencionado las reglas de negocio deben centrarse en

un solo concepto, a menudo en una aplicación se identifican gran cantidad de reglas. Por esto es recomendable que las reglas de negocios deban ser separadas de los demás artefactos de la captura de requisitos ya que pueden ser referenciadas desde dentro de los artefactos como los casos de usos o diagramas de clases. En ocasiones se definen las reglas dentro de los casos de usos lo cual se puede volver una tarea compleja, además se debe considerar que una misma regla puede ser referenciada en más de un caso de uso [Ambler, '04]. Por lo tanto las reglas deben ser atómicas, o sea no pueden ser descompuestas sin que se pierda información. No pueden ser ambiguas, tienen una sola obvia interpretación. Deben ser compactas, son típicamente frases cortas, además deben ser consistentes y compatibles. Estas son características universales y se aplican a cualquier lenguaje o dominio de aplicación [Ross, '03].

El enfoque de reglas de negocio define un conjunto de pasos y técnicas para desarrollar sistemas basados en reglas de negocio. Un sistema basado en reglas de negocio es un sistema automatizado que separa las reglas de forma lógica, y quizás físicamente, de otros aspectos del sistema y se comparten por medio de datos almacenados, interfaces de usuario y aplicaciones [Von Halle, '02]. Existen varias razones para construir un sistema basado en reglas de negocio, las dos principales son: reducir el tiempo de desarrollo y entregar un sistema preparado para enfrentar los cambios. Para esto se necesita una metodología de desarrollo de sistemas que divida el dominio del problema en por lo menos tres aspectos separados, pero completamente relacionados: datos, procesos y reglas. Una vez separados, la metodología se enfoca en los pasos y las técnicas para capturar, definir e implementar las reglas de negocio. Esto es de gran importancia debido a que las reglas de negocio a menudo representan el aspecto más descuidado o que se trata con menos formalismo en otras metodologías. Una ventaja única del acercamiento al enfoque de reglas de negocio es que influye en el negocio y en los desarrolladores de sistemas. Para el entorno del negocio, un desarrollo de software centrado en las reglas de negocio hace que los líderes utilicen las reglas como instrumentos preventivos y creativos de cambios en el

en el negocio [Ross, '05] [Von Halle, '02].

El proceso de desarrollo de software siguiendo el enfoque de reglas de negocio, está compuesto por varios pasos que son comunes a varias metodologías existentes. La diferencia radica en cómo se deben tratar las reglas de negocio en cada uno de esos pasos. Como primer paso en esta metodología de desarrollo se debe realizar un estudio de la organización con el propósito de definir el alcance del negocio, siempre teniendo presente que el enfoque de reglas apunta a la entrega y desarrollo de sistemas con una arquitectura diseñada para enfrentar los cambios [Von Halle, '02].

En una primera fase del enfoque se debe obtener un amplio dominio del negocio, conocer todos los detalles importantes acerca del mismo, específicamente en las reglas que lo rigen o lo controlan, para después comenzar a definir las reglas de negocio, seguido de procesos de análisis, diseño e implementación y prueba. En la Figura 1 se mencionan las seis fases que propone la metodología. A continuación se realiza una breve descripción del objetivo de cada fase [Von Halle, '02].

Definir el Alcance del Negocio:

El propósito es capturar los requisitos y establecer los objetivos del negocio. Siempre teniendo las reglas de negocio como elemento clave para la definición de los procesos de negocio.

Descubrimiento:

En esta fase el enfoque de reglas de negocio se propone descubrir las decisiones importantes que están detrás de los eventos de negocio, la toma de decisiones es un punto de partida para ir descubriendo las principales reglas de negocio asociadas a cada decisión.

Análisis:

En esta fase se realiza un análisis de los datos, reglas y procesos, profundizando más en el análisis de reglas. Para lograr esto el enfoque de reglas de negocio propone una serie de pasos que son importantes para realizar un buen análisis de reglas. Estos pasos son reflejados en la Figura 2. Para comenzar la etapa de análisis se debe haber completado una primera iteración de fase de descubrimiento, durante la cual se ha creado un modelo conceptual de datos y se domina un grupo de conceptos y hechos del del negocio sus

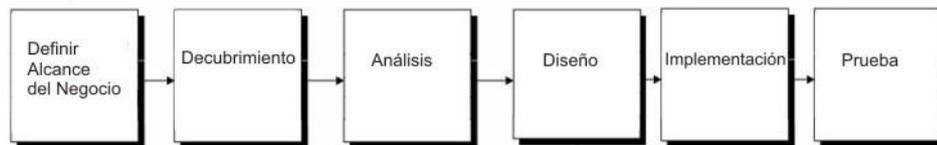


Figura 4: Ejemplo de generalización de la selección vertical de nodos asociados a una imagen

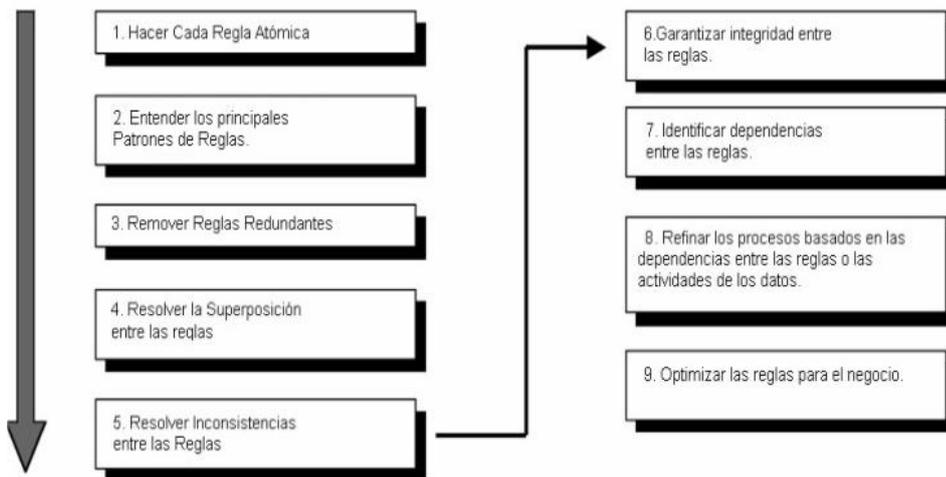


Figura 4: Ejemplo de generalización de la selección vertical de nodos asociados a una imagen

relaciones y la vinculación con las reglas.

Diseño:

En esta fase se comienza a diseñar el sistema basado en reglas de negocio, para lo cual se integran los tres aspectos fundamentales analizados anteriormente, los datos, las reglas y los procesos. Además, se debe realizar un paso importante, que es la introducción de la tecnología o herramienta que permite aplicar el enfoque. La tecnología puede ser un componente de software, ejemplo un motor de reglas de negocio, o un componente propio del equipo de desarrollo. Implementar un componente de software propio para aplicar el enfoque puede ser un proceso complicado y ocupar tiempo que el equipo de desarrollo puede dedicar a otras tareas.

Implementación y Prueba:

Estas fases del desarrollo se relacionan directamente con la herramienta que se selecciona para manejar las reglas de negocio. Se propone como variante más factible, la selección de una tecnología o herramienta existente, lo cual hace que transitar por estas fases sea sencillo y ágil. Los desarrolladores solo necesitan documentarse sobre cómo trabajar con la tecnología y comenzar a implementar las reglas. A su vez se puede ir implementando y probando las reglas definidas, ya que muchas de las tecnologías brindan la

posibilidad de validar las reglas antes de ser desplegadas en la aplicación.

Una aplicación desarrollada siguiendo el enfoque de las reglas de negocio tiene muchas ventajas entre ellas se destacan [Lowenthal, '05] [Drools, '14] [Von Halle, '02].

Programación Declarativa:

Las reglas permiten decir qué hacer y no cómo hacerlo. Hacen más fácil expresar las soluciones de difíciles problemas y por tanto, permiten verificar esas soluciones. Las reglas son más fáciles de leer y entender que el código por parte del personal del negocio y de los propios desarrolladores.

Separación de los datos y la lógica:

Los datos están en los objetos de dominio del negocio y la lógica está en las reglas de negocio. Siendo así, la lógica de negocio puede ser mucho más fácil de entender, mantener y enfrentar posibles cambios en el futuro, pues toda la lógica está representada en las reglas.

Conocimiento centralizado:

Usando las reglas, se crea un repositorio de conocimiento que permite verificar la política de negocio por todo el personal del negocio. Las reglas son tan legibles que pueden también servir como documentación.

Simplicidad:

El enfoque es simple de entender, tanto

para el personal del negocio como para el personal técnico. El personal del negocio puede no estar interesado en los modelos de datos o un modelo de procesos, pero si están absolutamente interesados en las políticas y reglas del negocio.

Facilita el desarrollo de la aplicación:

El experto define las reglas que se ejecutan en aras de satisfacer los requerimientos de la aplicación, sin necesidad de modificar el código fuente u otros aspectos técnicos.

Agilidad:

Ofrecer respuesta simple y rápida ante los requisitos dinámicos. Los cambios en las condiciones del negocio que afectan las reglas definidas son más fáciles ya que solo es necesario modificar las reglas afectadas.

Dado el empuje del comercio electrónico y el potencial de Internet para los negocios, la principal ventaja es que una aplicación empresarial basada en reglas de negocio está diseñada para acomodar fácilmente cambios en el negocio con una mínima alteración del sistema y en el menor tiempo posible [Morgan, '02].

Motor de reglas de negocio como vía para implementar el enfoque de reglas

Un motor de reglas de negocio resulta ser un componente que partiendo de una información dada y un conjunto de reglas, detecta qué reglas deben aplicarse en un instante determinado y cuáles son los resultados de esas reglas. Un motor de reglas de negocio se compone básicamente por tres elementos: un conjunto de reglas, el espacio o memoria de trabajo y el procesador de reglas. Las reglas son sentencias de la forma *IF-THEN*, de tal manera que si se cumplen todas las condiciones del *IF* se ejecutan todas las acciones del *THEN*. El espacio de trabajo es donde se almacena el conocimiento (los hechos) que el motor utiliza para decidir qué reglas deben activarse. Por último, el procesador de reglas está basado en un mecanismo de inferencia, el cual permite, partiendo de reglas definidas, determinar qué reglas deben ejecutarse en base a los hechos que se van insertando en el espacio de trabajo. Por lo tanto, un motor de reglas brinda una infraestructura desacoplada del código fuente de la aplicación para la definición, administración y ejecución de reglas de negocio [Browne, '09].

Durante la última década la comunidad de las reglas de negocio ha tenido un gran auge, lo que ha provocado el surgimiento y desarrollo de varios motores de reglas. Algunos son herramientas comerciales como: *ILOG Rules*, *Blaze Advisor*, *Microsoft Business Rules Engine*, *Oracle Rule Engine* y otras, son herramientas de código abierto como: *Open Rules* y *JBoss Rules* [Browne, '05] [Alonso, '11] [Martínez, '10].

Un paso importante, dada la diversidad de herramientas, es decidir qué motor seleccionar para implementar el enfoque basado en reglas de negocio de modo que se facilite su integración en las aplicaciones empresariales.

Dado que las aplicaciones empresariales desarrolladas en Java han tenido un gran auge, a continuación se realiza un análisis comparativo de tres motores de regla de código abierto desarrollados sobre el estándar de Java JSR-94 (especificación que define lineamientos y proporciona una API común para la ejecución de motores de reglas en Java) [Selman, '02].

Para poder realizar el análisis comparativo se definieron seis criterios. Para ello se tomaron como base estudios donde se analizan diferentes implementaciones de motores de reglas de negocio [Alonso, '11] [Martínez, '10] [Rivillas, '12].

En primer lugar se analizó la calidad de la documentación existente, elemento que resulta útil para asimilar la tecnología y poder explotarla al máximo. Vinculado al desarrollo, se definieron otros dos criterios, la facilidad de integración con aplicaciones desarrolladas en Java y la existencia de *plugins* que permitan la integración con el IDE de desarrollo Eclipse. Otros criterios importantes fueron el rendimiento de motor y el mecanismo de inferencia que implementa.

Estos aspectos están relacionados con la ejecución del motor de reglas. Por último, se definió como soporte, el apoyo que brinda la comunidad de desarrolladores a la herramienta. En este sentido se precisa la fecha en que se liberó la última versión estable de la herramienta. En la Tabla 1 se resume el análisis de los motores a partir de los criterios definidos anteriormente.

De los motores analizados se seleccionó *JBoss Rules* como propuesta para evaluar la factibilidad de utilizar un motor de reglas para implementar el enfoque de reglas de negocio en el desarrollo de aplicaciones de Java. Este motor de reglas de negocio posee un fuerte soporte por la comunidad de desarrolladores, es de código abierto, se integra fácilmente con aplicaciones en Java, posee una amplia documentación y un mecanismo de inferencia sólido, basado en el algoritmo RETE (utilizado en varios mecanismos de inferencia de sistemas expertos) [Drools, '14] [Forgy, '82]. Además, ofrece una ejecución de alto rendimiento.

Resultados y discusión

Para validar las potencialidades de integrar un motor de reglas en una aplicación empresarial sobre Java, se desarrolla un caso de estudio basado en el funcionamiento de una tienda virtual de mascotas. La tienda está sujeta a varias políticas que rigen los procesos de negocio relacionados con las operaciones de pago y devolución.

Pasos para utilizar el motor de reglas JBoss Rules aplicando el enfoque de reglas de negocio

El primer paso consiste en realizar un análisis del negocio y definir las reglas. A

Figura 1: Resumen del análisis de motores de reglas de negocio.

Criterios	Hammurapi Rules	Open Rules	JBoss Rules
Documentación	Baja	Media	Alta
Facilidad de Integración con aplicaciones	Media	Media	Alta
Rendimiento	Alto	Alto	Alto
Mecanismo de inferencia	Hacia delante y detrás	No	Hacia delante y detrás
Integración con el IDE Eclipse	No	Si	Si
Soporte	4.0 (Noviembre 2008)	6.3.2 (Diciembre 2014)	6.1 (Agosto 2014)

partir de las políticas existentes en la tienda se definieron las siguientes reglas de negocio:

- Si el importe total de la compra está entre \$50 y \$100 se debe aplicar un 5% de descuento.
- Si el importe total de la compra es superior a \$100 se debe aplicar un 10% de descuento.

Estas dos reglas de negocio están dirigidas al proceso de pago y definen las condiciones para aplicar un descuento. Las reglas siguientes definen condiciones que rigen el proceso de devolución:

- Si la devolución tiene lugar entre 7 y 30 días posteriores a la venta, se le reintegra al cliente el 75% del costo de la venta.
- Si la devolución tiene lugar en los primeros 7 días posteriores a la venta se le reintegra al cliente el 90% del costo de la venta.

El segundo paso es implementar las reglas en la herramienta seleccionada, o sea, en *JBoss Rules*. Una de la formas para implementar las reglas de negocio en esta herramienta, es crear un fichero XML con extensión *.drl*. Este fichero contiene las reglas de negocio a cargar en el motor [Bali, '13]. En la Figura 3 se muestra un fragmento del fichero XML denominado *PetStoreRules.drl* el cual contiene la implementación de las dos reglas que regulan el proceso de pago.

El tercer paso consiste en integrar el motor de reglas en la lógica de negocio de la aplicación. Para ejecutar este paso se requieren cuatro operaciones:

```

public static void main(String[] args) {
    RuleBase ruleBase = null;
    try {
        PackageBuilder builder = new PackageBuilder();
        builder.addPackageFromDrl( new InputStreamReader(MainRun.class.getResourceAsStream( "PetStore.drl")));

        if ( builder.hasErrors() ) {
            System.out.println( builder.getErrors().toString() );
            throw new RuntimeException( "Unable to compile \"PetStore.drl\".");
        }
        ruleBase = RuleBaseFactory.newRuleBase();
        ruleBase.addPackage( builder.getPackage() );
    } catch (Exception e) {
        e.printStackTrace();
    }

    Order order = new Order();
    order.addItem( new Purchase( order, new Product("Gold Fish",5 )));
    order.setDelayTime(6);
    Client client = new Client( "Juan Carlos","Fijo" );
    WorkingMemory workingMemory = ruleBase.newStatefulSession();
    workingMemory.insert(client);
    workingMemory.insert(order);
    workingMemory.fireAllRules();
}
    
```

Figura 4: Ejemplo de generalización de la selección vertical de nodos asociados a una imagen

1- Incluir en la aplicación un grupo de bibliotecas que contienen las clases necesarias para el trabajo con el motor de reglas de negocio.

2- Crear una base de reglas. Para ello se crea una instancia de la clase *RuleBase*, pasando como parámetro el fichero XML creado en el segundo paso, que contiene las reglas definidas en el primer paso.

3- Validar la sintaxis de las reglas contenidas en el fichero XML.

4- Crear la memoria de trabajo del motor y cargar las reglas en la memoria.

Estas operaciones se reflejan en el fragmento de código que se muestra en la Figura 4 [Drools, '14].

El cuarto y último paso sería activar el mecanismo de inferencia del motor (ver la última sentencia del fragmento de código

de la Figura 4).

Con la memoria de trabajo lista, el motor de reglas de negocio a través de su mecanismo de inferencia detecta qué reglas se han cumplido y las ejecuta automáticamente modificando los hechos afectados por esas reglas. En el caso de estudio, como se aprecia en la Figura 4, se crea un cliente y la orden de compra que genera el cliente. La orden se inserta en el motor, el mecanismo de inferencia revisa qué regla del negocio se cumple y la ejecuta.

El caso de estudio aunque sencillo, permite demostrar la factibilidad de utilizar los motores de regla como vía para aplicar el enfoque de reglas de negocio. Utilizando un motor, las reglas de negocio están centralizadas en un solo lugar, la base de reglas. En el ejemplo todas las reglas se incluyeron en el fichero *PetStoreRules.drl*. Esto permite que ante un cambio, solo haya que buscar y cambiar las reglas en ese lugar. Los cambios son rápidos y fáciles de implementar. Por ejemplo, para cambiar la política de descuento, bastaría con abrir el fichero *.drl* y con un editor de texto, cambiar el valor asociado al descuento que se aplica. Automáticamente el motor de reglas actualiza las reglas en su memoria de trabajo y comienza a aplicar el nuevo cambio.

Conclusiones

Las reglas de negocio proporcionan las guías para controlar el comportamiento de un negocio. El acercamiento al enfoque de reglas de negocio brinda una solución para controlar los procesos del negocio a las organizaciones y permiten contestar la

```

@rule "Apply 5% Discount"
agenda-group "checkout"
dialect "mvel"
when
    $order : Order( grossTotal >= 50 && < 100 )
then
    $order.discountedTotal = $order.grossTotal * 0.95;
    System.out.println("discountedTotal total=" + $order.discountedTotal + "\n" );
end

@rule "Apply 10% Discount"
agenda-group "checkout"
dialect "mvel"
when
    $order : Order( grossTotal >= 100 )
then
    $order.discountedTotal = $order.grossTotal * 0.90;
    System.out.println("discountedTotal total=" + $order.discountedTotal + "\n" );
end
    
```

Figura 3: Fragmento del fichero XML donde se implementan reglas de negocio a desplegar en JBoss Rules.

pregunta de qué se debe hacer,

independientemente de cómo se va hacer. Un desarrollo basado en el enfoque de las reglas de negocio ofrece sistemas con mayor flexibilidad a los procesos de negocio y permite enfrentar cambios sin muchas dificultades. Las reglas de negocio dejan de ser barreras para el cambio y se convierten en herramientas de cambio. Por su parte, los motores de reglas son una novedosa tecnología que permite aplicar en el enfoque de reglas de negocio en las aplicaciones empresariales. Los motores gestionan las reglas de negocio que definen la lógica de negocio de las organizaciones y se convierten en un componente vital para desarrollar una aplicación con gran adaptabilidad a los cambios que enfrentan los negocios diariamente.

En el trabajo se proponen los pasos para aplicar el enfoque de reglas de negocio utilizando la herramienta *JBoss Rules* a través de un caso de estudio sencillo que demuestra la factibilidad de aplicar este enfoque en el desarrollo de aplicaciones Java que pueden estar sujetas a reglas que cambien en el tiempo.

Sin embargo, al utilizar motores de reglas para implementar el enfoque es preciso en diferentes puntos de la lógica de negocio donde haya que validar las reglas, colocar fragmentos de código para invocar al motor. En trabajos futuros se analizarán otras vías para atender este fenómeno de código disperso en la aplicación.

Bibliografía

[Alonso, '11] Alonso, J.L. (2011). Aplicación del Enfoque de Reglas de Negocio sobre el paradigma MDA. Inédito Tesis de Maestría. Instituto Superior Politécnico «José Antonio Echeverría». La Habana, Cuba.

[Ambler, '04] Ambler, S.(2004). The Object Primer Agile Model Driven Development with UML 2. Cambridge, Cambridge University Press.

[Bali, '13] Bali, M.(2013). Drools JBoss Rules 5.X Developer's Guide. Birmingham, UK, Packt Publishing Ltd.

[Boggiano, '08] Boggiano, M «et al».

(2008). Uso de recursos de bases de datos relacionales para generar reglas de negocio tipo restricción. Convección Científica De Ingeniería y Arquitectura. La Habana, Cuba.

[BRG, '01] Business Rules Group. (2001). Business Rules, What are they Really. Consultado 10 de mayo del 2012 Disponible: <http://www.businessrulesgroup.org>

[Browne, '05] Browne, P. (2005). Give Your Business Logic a Framework with Drools, O'Reilly Media, Inc. Consultado 14 de diciembre del 2014 Disponible: <http://www.onjava.com/pub/au/2366>

[Browne, '09] Browne, P. (2009). JBoss Drools Business Rules. Birmingham, UK, Packt Publishing Ltd.

[Drools, '14] Drools. Reference Manual Drools 6.1.(2014). Consultado 12 de noviembre de 2014 Disponible : http://docs.jboss.org/drools/release/6.1.0.Final/drools-docs/html_single/index.html

[Forgy, '82] Forgy, C.(1982). Rete: A Fast Algorithm for the Many Pattern/Many Object Pattern Match Problem Artificial Intelligence, 19, pp 17-37.

[Lowenthal, '05] Lowenthal, B. (2005). Rule Enabling Applications with Oracle Business Rules. Oracle Publication.

[Martínez, '10] Martínez, J. (2010). Introduciendo Semántica en un Proceso de Desarrollo de Software a través de Reglas de Negocio. Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Madrid.

[Morgan, '02] Morgan, T. (2002). Business Rules and Information Systems:Aligning IT with Business Goals, Addison Wesley.

[Rivillas, '12] Rivillas, O.(2012) Estado del arte de los motores de reglas de negocio BRM. Inédito Tesis de Diploma.Universidad de San Buenaventura. Santiago de Cali. Colombia.

[Ross, '03] Ross, R. (2003). Principles of

the Business Rule Approach. Addison Wesley.

[Ross, '05] Ross, R. (2005). Business Rule Concepts - Getting to the Point of Knowledge. Business Rule Solutions Inc.

[Selman, '02] Selman, D. (2002). Java Rule Engine API Specification JSR-9. Consultado 10 de noviembre del 2013 Disponible: <https://www.jcp.org/en/jsr/detail?id=94>.

[Sotolongo, '12] Sotolongo, Y. (2012) Propuesta de lineamientos para el Desarrollo de proyectos JEE bajo el paradigma MDA con AndroMDA. Inédito Tesis de Maestría. Instituto Superior Politécnico «José Antonio Echeverría». La Habana, Cuba.

[Von Halle, '02] Von Halle, B. (2002). Business Rules Applied. Building Better Systems Using the Business Rules Approach. New York, John Wiley & Sons, Inc.

Recibido: 17 de diciembre de 2014.
Aprobado en su forma definitiva:
6 de febrero de 2015

Juan Carlos García González
Facultad de Ingeniería Informática, Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría CUJAE, La Habana, Cuba.
Correo-e.: jcgarcia@ceis.cujae.edu.cu

Margarita André Ampuero
Facultad de Ingeniería Informática, Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría CUJAE, La Habana, Cuba.
Correo-e.: mayi@ceis.cujae.edu.cu
