

Un Modelo de Referencia para Definir la Perspectiva Organizacional de Modelos de Workflows

Luis Jesús Ramón Stroppi¹, Pablo David Villarreal²

¹Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Santa Fe, Lavaisse 610, S3004EWB, Santa Fe, Argentina

²CIDISI, Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Santa Fe, Lavaisse 610, Santa Fe, Argentina
{luis.stroppi}@gmail.com, {pvillarr}@frsf.utn.edu.ar

Abstract. El soporte que las herramientas de modelado y sistemas de gestión de workflows brindan a la perspectiva organizacional es limitado. Esto se debe a la falta de herramientas que permitan entender los requerimientos de distribución de trabajo definidos en un modelo de workflow. Este trabajo presenta un modelo de referencia que da soporte a la definición de la perspectiva organizacional de los modelos de workflows. El modelo provee un conjunto de atributos de actividad que permiten identificar los patrones de recursos aplicados en un modelo de workflow, como así también definir las políticas de distribución de trabajo entre los recursos en dicho modelo de workflow.

Palabras Clave: Patrones de Recursos, Modelado Conceptual de Procesos de Negocio, Perspectiva Organizacional de Modelos de Workflows.

1. Introducción.

Desde la publicación por la Workflow Management Coalition (WfMC) del Modelo de Referencia para Sistemas de Gestión de Workflows [1], diversos esfuerzos se han realizado para compensar el escaso desarrollo de su perspectiva organizacional.

Inicialmente, se abordó la tarea de generar abstracciones que permitan separar la identidad concreta de los recursos que realizan el trabajo relacionado con determinada actividad de la especificación de la misma. Así, por ejemplo, Sandhu [4] trata la noción de rol que luego fuera complementada en diversos trabajos [5], [6], [10] con conceptos adicionales que permiten la elaboración de modelos de organizaciones más completos que comprenden posiciones organizacionales y relaciones entre éstas.

Otros trabajos, avanzaron en el estudio de los procesos de distribución de trabajo en sí, por sobre la información utilizada para soportarlo. Muehlen [8] efectúa un interesante análisis en este sentido; y entre los trabajos más destacados de esta corriente se encuentra el realizado por Russell y otros [7], en el cual se aborda el ciclo de vida de los ítems de trabajo y se identifican diversos patrones existentes en las políticas de distribución de los mismos entre los recursos de la organización. Estos patrones son conocidos como Patrones de Recursos por la Workflow Patterns

Initiative [3]. Por su parte Harper y Ungar [9] plantean la distribución del trabajo como un proceso de mercado regido por leyes de oferta y demanda.

Más recientemente, se ha incrementado el interés por el desarrollo de políticas de distribución de ítems de trabajo entre equipos [11]; y en aspectos dinámicos de la distribución de trabajo [12], [13].

Aunque los actuales sistemas de gestión de procesos de negocio o workflows cuentan con algún soporte para describir algunos aspectos relacionados con la perspectiva organizacional, las implementaciones de esta perspectiva en estos sistemas son deficientes dada la falta de herramientas que permitan a los responsables técnicos (encargados de la implementación de los workflows) entender los requerimientos de distribución de trabajo definidos en un modelo de workflow por los responsables de negocio (encargados del diseño de la lógica de negocio del modelo de workflow), como así también tomar decisiones de diseño en conjunto entre los responsables técnicos y los responsables de negocio. La mayoría de los lenguajes de modelado de procesos de negocio/workflows carecen de constructores y/o conceptos para definir los aspectos referidos a la distribución de trabajo entre los recursos.

En este sentido, el objetivo del presente trabajo es el desarrollo de un modelo de referencia para definir la perspectiva organizacional de modelos de workflows. El modelo de referencia propuesto incluye los elementos conceptuales que permiten definir y describir los aspectos de distribución de ítems de trabajo entre los recursos, donde dichos aspectos son requeridos para la ejecución de tareas en sistemas de gestión de procesos/workflows. Este modelo de referencia también provee un conjunto de atributos a ser asociados a las actividades de un modelo de workflow, con el propósito de describir en un alto nivel de abstracción las características del proceso de distribución de ítems de trabajo. Finalmente se demuestra cómo, a partir de los atributos de actividades, es posible dar soporte a los patrones de recursos de la Workflow Patterns Initiative [3]. El propósito también del modelo de referencia es procurar una comunicación más rica y amplia de los requerimientos de distribución de ítems de trabajos entre los responsables del diseño de modelos de workflows y los responsables de la implementación y especificación de los mismos en sistemas de gestión de procesos o workflows.

Este trabajo se organiza de la siguiente manera. La Sección 2 define los principales conceptos utilizados en el desarrollo de este trabajo. La Sección 3 presenta y describe el Modelo de Referencia propuesto. La Sección 4 define los atributos de actividades y discute el soporte a los patrones de recursos a partir del modelo de referencia propuesto. La Sección 5 presenta conclusiones y trabajos futuros.

2. Conceptos de Gestión de Workflows.

Los *Patrones de Recursos* [7] describen la problemática asociada con las diversas maneras en las que los ítems de trabajo son distribuidos entre los recursos de una organización para su ejecución, en el contexto de un sistema de gestión de workflows.

Un *sistema de gestión de workflows* es aquel que administra la ejecución de procesos o workflows a través de software capaz de interpretar definiciones de procesos, interactuar con recursos e invocar aplicaciones cuando sea necesario. En

este sentido, un *recurso* es cualquier agente que actúa en el contexto de una organización ejecutando ítems de trabajo que le son asignados mediante diversos mecanismos expuestos más adelante. Un *ítem de trabajo* es la representación del trabajo a ser realizado por un recurso para completar un paso lógico en el contexto de una instancia de actividad perteneciente a una instancia de proceso.

Mediante el término *enactment de procesos* se hace referencia al mecanismo por el cual el sistema de gestión de workflows crea de instancias de procesos en base a su especificación. De forma análoga, el enactment de actividades se refiere a la instanciación, por parte del sistema de gestión de workflows, de cada uno de los pasos lógicos de una determinada especificación del proceso.

3. El Modelo de Referencia para la Perspectiva Organizacional.

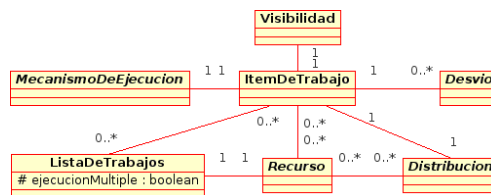


Fig. 1. Diagrama de clases del modelo de referencia.

La Figura 1 muestra el diagrama de clases del modelo de referencia propuesto, con sus principales conceptos. El modelo representa la distribución de ítems de trabajo de diferentes instancias de workflow entre los recursos de una organización para ser ejecutados o sujetos a algún desvío. Las clases en el diagrama, a excepción de *ItemDeTrabajo*, son la base de los paquetes en los que se descompuso el modelo.

La *distribución* constituye el proceso a través del cual un *ítem de trabajo* es ofrecido o asignado a determinados *recursos* para que formen parte de sus listas de trabajo. De este modo, la *lista de trabajos* de un *recurso* contiene todos aquellos *ítems de trabajo* que el mismo debe o puede ejecutar.

El *mecanismo de ejecución* determina el modo en que un *ítem de trabajo* debe ser ejecutado por el o los *recursos* a cuyas *listas de trabajos* haya sido *asignado*.

Los *desvíos* permiten indicar situaciones en las que el ciclo normal de distribución y ejecución de trabajo se modifica, siendo necesario volver a distribuir o ejecutar un *ítem de trabajo* previamente distribuido o ejecutado; o bien omitir la ejecución de uno no ejecutado por un *recurso*.

Los *ítems de trabajo*, hayan sido distribuidos o no, tendrán un determinado grado de *visibilidad* que determinará el grado de conocimiento que los recursos tienen de la existencia de los mismos, independientemente del proceso de distribución.

En las siguientes secciones se presenta cada paquete en el que se descompuso el modelo, en donde se describen cada uno de estos conceptos en detalle. Por razones de espacio, solo se muestran algunos de los diagramas de clases de los paquetes.

3.1 El Paquete Recursos.

Los tipos de *recursos* en el contexto de los sistemas de gestión de workflows pueden ser *humanos*, personas que se desenvuelven dentro de la organización; o bien *automáticos*, entidades de software que realizan tareas sin intervención de los primeros.

3.2 El Paquete Distribución.

La *distribución* es el mecanismo por el cual un *ítem de trabajo* es asociado con uno o más *recursos* para su ejecución. Hay dos tipos de Distribución:

- La *asignación*, en la que un *ítem de trabajo* es asociado con la *lista de trabajos* de uno (*Asignación simple*) o más (*Asignación múltiple*) recursos.
- La *oferta*, en la que se da, a uno (*Oferta Simple*) o más (*Oferta Múltiple*) recursos, la posibilidad de asociar voluntariamente determinados *ítems de trabajo* a sus *listas de trabajo*.

Sea cual fuere el tipo de distribución, tendrá dos propiedades: El *mecanismo de distribución* y el *momento de distribución*, los cuales se describen a continuación.

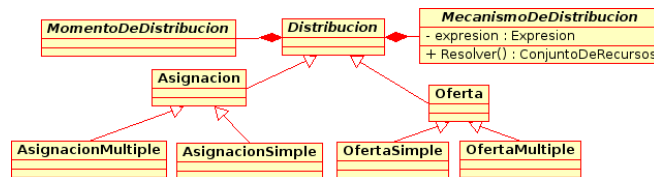


Fig. 2. Diagrama de clases del paquete Distribución.

Los *mecanismos de distribución* permiten especificar en base a qué información se debe determinar el conjunto de recursos a los cuales ofrecer o asignar un determinado ítem de trabajo. También permiten indicar una expresión en la cual se establecen las condiciones que se deben cumplir para que los recursos se incluyan en dicho conjunto. Los mecanismos de distribución identificados en el modelo son:

- *Por Roles*: realiza la distribución en base a los roles y grupos que ocupan los recursos dentro de la organización. Es el mecanismo más frecuente.
- *Por Privilegios*: distribuye en función de los permisos que los usuarios tienen sobre los archivos y aplicaciones de la organización.
- *Por Habilidades*: toma las decisiones de distribución en base a la pericia que un determinado recurso tiene para realizar determinada tarea.
- *Por Historia de la Instancia*: efectúa la asignación u oferta en base al conocimiento de los recursos que ejecutaron los ítems de trabajo que preceden, en la misma instancia de proceso, al que se está distribuyendo en ese momento.
- *Por Historia del Recurso*: realiza la asignación u oferta en razón del conocimiento de las tareas que los recursos realizaron en las diferentes instancias de proceso para priorizar, por ejemplo, a los recursos más experimentados.
- *Por Lista de Trabajos*: distribuye los ítems de trabajo en función de la carga de trabajo de los recursos.

- *Por Repositorio de Recursos*: los repositorios de recursos son listados ordenados de los recursos de la organización útiles para distribuir trabajo de manera arbitraria, tal como la asignación aleatoria o round robin.
- *Iniciada Por Recurso*: se aplica cuando los usuarios deciden, de manera voluntaria, asumir la responsabilidad de ejecutar determinados trabajos (Patrones Pull).
- *Por Definición de Proceso*: se emplea cuando se especifica en tiempo de diseño la identidad del o los recursos a los cuales se ofrecerá o asignará la tarea.
- *Por Estructura Organizacional*: la estructura organizacional es el conjunto de cargos que los recursos pueden desempeñar dentro de una organización. Se trata de un mecanismo más amplio que el basado en roles, dado que las diferentes posiciones organizacionales tienen relaciones como subordinación, delegación, etc.

La distribución de un ítem de trabajo puede ser realizada en distintos momentos su ciclo de vida. *En forma temprana*, se efectúa en algún momento entre la creación de la instancia de proceso y la habilitación del ítem de trabajo para ejecución, hay diferencias en la implementación de este concepto de acuerdo con el sistema de gestión de workflows empleado. *En la habilitación*, es el momento más habitual de distribución, que se produce cuando la instancia de actividad a la que corresponde el ítem de trabajo pasa a estar habilitada para ejecución. *O en forma tardía*, es decir, después que la instancia de actividad a la cual corresponde el ítem de trabajo fue habilitada para su ejecución.

3.3 El Paquete Mecanismos de Ejecución.

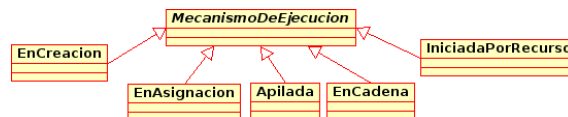


Fig. 3. Diagrama de clases del paquete Mecanismos de Ejecución.

Una vez distribuidos, los ítems de trabajo se ejecutan por los recursos de la organización. Los tipos específicos de mecanismo de ejecución son:

- *Ejecución en la creación*: el trabajo se ejecuta inmediatamente después del enactment de la instancia de actividad según se lo define en la especificación del proceso. Es frecuente cuando el tipo de recurso es *automático*.
- *Ejecución en asignación*: los ítems de trabajo comienzan a ser ejecutados tan pronto como se los incluye en la lista de trabajos del recurso.
- *Ejecución apilada*: luego de finalizar un ítem de trabajo correspondiente a una instancia de actividad en el contexto de una instancia de proceso particular, ejecuta en forma automática un ítem de trabajo correspondiente a una instancia de la misma actividad en otra instancia de proceso dentro del motor de workflows.
- *Ejecución en cadena*: los recursos comienzan a cumplimentar el ítem de trabajo correspondiente a la siguiente tarea a ejecutar en el contexto de la misma instancia de proceso inmediatamente después de concluir con su predecesora.
- *Ejecución iniciada por recurso*: los ítems de trabajo comienzan a ser ejecutados cuando el recurso al cual fueron asignados lo decide.

3.4 El Paquete Desvíos.

Una vez que un ítem de trabajo es asignado, y aún cuando haya comenzado su ejecución, puede ser necesario modificar las decisiones de distribución tomadas, omitir su ejecución, o bien volverla a realizar. Los tipos de desvío relevados son:

- *Delegación*: Se presenta cuando un recurso asigna a otro recurso un ítem de trabajo que posee en su lista de trabajos, pero que aun no ha comenzado a ejecutar.
- *Desasignación*: Es el caso en que un recurso al cual le es asignado un ítem de trabajo rechaza el mismo o renuncia a su ejecución.
- *Re Ejecución*: Se aplica cuando es necesario que un recurso vuelva a ejecutar un ítem de trabajo que ejecutó con anterioridad.
- *Suspensión*: Situación en la que un recurso deja de realizar un trabajo para atender otro de mayor prioridad y eventualmente continuar con la ejecución del primero.
- *Escala*: Caso en el que el motor de workflows quita un ítem de trabajo de la lista de trabajos de un recurso y lo vuelve distribuir para asignárselo a otro.
- *Reasignación*: Es el mecanismo por el cual un recurso asigna a otro un ítem de trabajo que ya ha comenzado a cumplimentar.
 - *Con Estado*: el recurso que continúa la ejecución de la tarea lo hace desde el mismo punto en que el otro decidió reasignarla.
 - *Sin estado*: el recurso que recibe la tarea debe comenzar su ejecución desde cero desechándose lo hecho por el primero.
- *Pre-ejecución*: Consiste en la realización, por parte de un recurso, de una tarea que aún no fue asignada, y del conocimiento de ello por parte del motor de workflows.

3.5 Los Paquetes Lista de Trabajos y Visibilidad.

Las listas de trabajo contienen los ítems de trabajo que los recursos son responsables de ejecutar. En las *listas de trabajo definidas por el sistema*, los recursos deben cumplimentar sus tareas en el orden que el manejador de listas de trabajo les impone, mientras que en las *listas de trabajo definidas por usuario*, el manejador les proporciona herramientas para determinar el orden en el cual lo hacen.

La visibilidad de ítems de trabajo define el conocimiento que los recursos tienen de ítems de trabajo que no poseen en sus listas de trabajo, los tipos de visibilidad son: *no configurable*, *configurable de ítems asignados* o *configurable de ítems no asignados*.

4. Atributos de Actividades para Modelar la Perspectiva Organizacional

4.1 Atributos de Actividades.

Del modelo propuesto se deriva un conjunto de atributos que posibilitan, en el momento del modelado de procesos de negocios o workflows, que los diseñadores

expresen el modo en que se debe distribuir el trabajo entre los recursos de la organización, sin entrar en detalles tecnológicos o de implementación.

Dichas propiedades son ocho y se corresponden con cada uno de los paquetes descriptos en el modelo:

1. *Recurso*: describe el tipo de recurso que deberá realizar el trabajo. Sus valores pueden ser Humano o Automático.
2. *Distribución*: indica si el sistema de gestión de workflows asigna directamente los ítems de trabajo a la lista de trabajos de uno o más recursos; o si se los ofrece y son los recursos quienes se encargan de asumir su ejecución. Sus valores son Asignación Simple o Asignación Múltiple en el primer caso; y Oferta Simple u Oferta Múltiple en el segundo.
3. *Mecanismo de Distribución*: indica el método que se utilizará para identificar el conjunto de recursos a los cuales serán asignados u ofrecidos los ítems de trabajo. Sus valores son: Habilidad, Historia de Instancia, Historia de Recurso, Rol, Privilegios, Estructura Organizacional, Repositorio de Recursos, Lista de Trabajos, Iniciada por Recurso y Especificación del Proceso.
4. *Momento de Distribución*: Indica el momento en el ciclo de vida en el cual se distribuirán los ítems de trabajo. Se le puede asignar uno de los siguientes valores: Temprano, En Habilitación o Tardío.
5. *Mecanismo de Ejecución*: Indica el momento y modo en el cual los recursos realizarán su trabajo. Puede ser establecido como En Creación, En Asignación, En Cadena, Apilada o Iniciada por Recurso.
6. *Desvío*: Indica si es posible que se requiera omitir o volver a distribuir o ejecutar los ítems de trabajo de una actividad. Puede ser alguna de las siguientes opciones: Delegación, Desasignación, Re Ejecución, Suspensión, Escala, Reasignación Con Estado, Reasignación Sin Estado, Salto o Pre Ejecución.
7. *Visibilidad*: Establece si es posible que los recursos conozcan el estado de ítems de trabajo fuera de sus listas de trabajo. Puede ser No Configurable, De Ítems Asignados o De Ítems No Asignados.
8. *Lista de Trabajos*: Determina las características que tendrá la lista de trabajos de los recursos de la organización. Las cuales pueden ser Orden Determinado Por El Recurso, Orden Determinado Por El Sistema O Ejecución Múltiple.

4.2 Soporte a los Patrones de Recursos a través de los Atributos de Actividades

En esta sección se describe cómo, a través de la asignación de valor a los atributos de actividades propuestos anteriormente, es posible determinar el o los patrones de recursos utilizados en un modelo de workflow. Para ello se definen, por cada patrón, los atributos de actividades que permiten expresarlo, junto con sus valores (ver Tabla 1). Por ejemplo, el patrón *Direct Allocation* es soportado por el atributo *Distribución* con el valor “Asignación” y el atributo *Mecanismo de Distribución* con el valor “Especificación Del Proceso”.

Categoría de Patrón	Patrón	Atributo de Actividad	Valor de Atributo
De	Direct Allocation	Distribución	Asignación

Creación.		Mecanismo Dist.	Especificación del Proceso
	Role-based Allocation	Distribución	Asignación
		Mecanismo Dist.	Rol
	Deferred Distribution	Momento Dist.	Tardío
	Authorization	Mecanismo Dist.	Privilegios
	Separation of Duties Expresión: S. of Duties.	Distribución	Asignación
		Mecanismo Dist.	Historia De Instancia
	Case Handling Expresión: Case Handling.	Distribución	Asignación
		Mecanismo Dist.	Historia De Instancia.
		Momento Dist.	Temprano
	Retain Familiar Expresión: Retain Familiar	Distribución	Asignación
		Mecanismo Dist.	Historia De Instancia
		Momento Dist.	En Habilitación
	Capability-Based Distribution	Mecanismo Dist.	Habilidad
History-Based Distribution	Mecanismo Dist.	Historia De Recurso	
Organisational Distribution	Mecanismo Dist.	Estructura Organizacional	
Automatic Execution	Recurso	Automático	
Push	Distribution by Offer - Single Resource	Distribución	Oferta Simple
	Distribution by Offer - Multiple Resources	Distribución	Oferta Múltiple
	Distribution by Allocation - Single Resource	Distribución	Asignación Simple
	Random Allocation Expresión: Random.	Distribución	Asignación
		Mecanismo Dist.	Repositorio De Recursos.
	Round Robin Allocation Expresión: Round Robin	Distribución	Asignación
		Mecanismo Dist.	Repositorio De Recursos
	Shortest Queue	Distribución	Asignación
		Mecanismo Dist.	Lista De Trabajos
	Early Distribution	Momento Dist.	Temprano
Distribution on Enablement	Momento Dist.	En Habilitación	
Late Distribution	Momento Dist.	Tardío	
Pull	Resource-Initiated Allocation	Distribución	Asignación
		Mecanismo Dist.	Iniciada Por Recurso
	Resource-Initiated Execution-Allocated Work Item	Distribución	Asignación
		Ejecución	Iniciada Por Recurso
	Resource-Initiated Execution-Offered Work Item	Distribución	Oferta
		Ejecución	Iniciada Por Recurso
	System-Determined Work Queue Content	Lista de Trabajos	Orden Determinado Por El Sistema
Resource-Determined Work Queue Content	Lista de Trabajos	Orden Determinado Por El Recurso	
Selection Autonomy	Distribución	Oferta	

		Ejecución	Iniciada Por Recurso
		Lista de Trabajos	Orden Determinado Por El Recurso
De Desvío	Delegation	Desvío	Delegación
	Escalation	Desvío	Escala
	Deallocation	Desvío	Desasignación
	Stateful Reallocation	Desvío	Reasignación Con Estado
	Stateless Reallocation	Desvío	Reasignación Sin Estado
	Suspension-Resumption	Desvío	Suspensión
	Skip	Desvío	Salto
	Redo	Desvío	Re Ejecución
De inicio automático	Pre-Do	Desvío	Pre Ejecución
	Commencement on Creation	Mecanismo Ejec.	En Creación
	Commencement on Allocation	Mecanismo Ejec.	En Asignación
	Piled Execution	Mecanismo Ejec.	Apilada
De visibilidad	Chained Execution	Mecanismo Ejec.	En Cadena
	Configurable Unallocated Work Item Visibility	Visibilidad	De Ítems No Asignados
De Recursos Múltiples	Configurable Allocated Work Item Visibility	Visibilidad	De Ítems Asignados
	Simultaneous Execution	Lista de Trabajos	Ejecución Múltiple
	Additional Resources	Distribución	Asignación Múltiple

Table 1. Valores de los atributos por cada patrón de recursos.

5. Conclusiones y Trabajos Futuros.

En este trabajo se presentó un modelo de referencia para definir la perspectiva organizacional en modelos de workflows. El modelo desarrollado demuestra la posibilidad de expresar, mediante los atributos presentados, las diferentes formas en que los ítems de trabajo correspondientes a diferentes actividades de los procesos pueden ser distribuidos entre los recursos de la organización, sin la necesidad de entrar en detalles de su implementación en una tecnología particular.

No es la intención del presente trabajo requerir que todas las decisiones referentes a la distribución de ítems de trabajo sean tomadas durante el modelado de workflows; sino proporcionar herramientas que ayuden a los responsables de ello a definir las y comunicarlas cuando sea necesario en los modelos o especificaciones de workflows.

Los aportes de este trabajo son el modelo de referencia, los atributos de las actividades en lo que a distribución de ítems de trabajo respecta y las relaciones entre estos atributos y los patrones de recursos.

El modelo de referencia sirve como base conceptual para el desarrollo de los atributos de actividades y puede además ser empleado para extender el metamodelo

de algún lenguaje de modelado de procesos de negocios, o bien como guía para la implementación de un Business Process Management System (BPMS).

Los atributos de actividades son una herramienta conceptual de alto nivel de abstracción útil para describir, en un modelo o especificación de workflow, la forma en que los ítems de trabajo correspondientes a las mismas deben ser distribuidos entre los recursos para su ejecución.

Las relaciones entre los atributos de actividades y los patrones de recursos permiten tanto la expresión de estos patrones en el momento del modelado, como la posterior identificación de los mismos en modelos o especificaciones de procesos cuyas actividades fueron debidamente caracterizadas.

En próximas etapas de la presente investigación, se prevé el estudio de la integración de los atributos definidos con los elementos conceptuales del lenguaje Business Process Management Notation (BPMN), a través del agregado de anotaciones a las tareas de los diagramas de procesos.

6. Referencias.

1. David Hollingsworth. The Workflow Reference Model. Workflow Management Coalition. Winchester, 1995.
2. WfMC Terminology and Glossary. Workflow Management Coalition. Winchester, 1999.
3. WorkflowPatterns.com. Workflow Resource Patterns. Workflow Patterns Initiative. <http://www.workflowpatterns.com/patterns/resource>. 2007 - 2009.
4. Sandhu, R., Coyne, E.J., Feinstein, H.L. and Youman, C.E. Role-Based Access Control Models. IEEE Press. 1996.
5. Edward C. Cheng, An Object-Oriented Organizational Model to Support Dynamic Role-based Access Control in Electronic Commerce Applications. University of London, Birkbeck College, Computer Science Department. OCT Research Laboratory. 1999.
6. W. M. P. van der Aalst, A. Kumar, H. M. W. Verbeek. Organizational Modeling in UML and XML in the context of Workflow Systems. Symposium on Applied Computing (SAC), 2003.
7. Nick Russell, Arthur H.M. ter Hofstede, David Edmon, Wil M.P. van der Aalst. Workflow Resource Patterns. Queensland University of Technology. 2004.
8. Michael Zur Muehlen. Organizational Management in Workflow Applications. Wesley J. Howe School of Technology Management, Stevens Institute of Technology, USA, 2004.
9. Patrick T. Harker, Lyle H. Ungar. A Market-Based Approach to Workflow Automation. Department of Computer Science, University of Zurich. 1997.
10. Michael zur Muehlen. Resource Modeling in Workflow Applications. University of Muenster, Department of Information Systems.
11. W. M. P. van der Aalst, A. Kumar. A Reference Model for Team-Enabled Workflow Management Systems. Faculty of Technology Management, Eindhoven University of Technology, Database Systems Research Department, Bell Laboratories. 2001.
12. Akhil Kumar, Wil M.P. van der Aalst and Eric M.W. Verbeek. Dynamic Work Distribution in Workflow Management Systems: How to balance quality and performance?. Bell Laboratories. Faculty of Technology and Management, Eindhoven University of Technology.
13. E. Panagos and M. Rabinovich. Escalations in Workflow Management Systems. AT&T Labs. 1996.