

Un Conjunto de Medidas para la Evaluación de Modelos Workflow

Mario Peralta, Daniel Riesco, Carlos Salgado, Germán Montejano

Departamento de Informática – Facultad de Ciencias Físico Matemáticas y Naturales
Universidad Nacional de San Luis
Ejército de los Andes 950, C.P. 5700, San Luis, Argentina
{mperalta, driesco, csalgado, gmonte}@unsl.edu.ar

Félix García

Grupo Alarcos
Departamento de Tecnologías y Sistemas de Información
Centro Mixto de Investigación y Desarrollo de Software UCLM-INDRA
Universidad de Castilla-La Mancha
Paseo de la Universidad, 4, 13071 Ciudad Real, España
Felix.Garcia@uclm.es, web: <http://alarcos.inf-cr.uclm.es>

Resumen

En todo proceso de negocio es muy importante su mejora continua, lo que lleva a las organizaciones a buscar herramientas que den soporte a la realización de estas mejoras. La Gestión de Procesos de Negocio proporciona este soporte mediante los Sistemas de Gestión de Procesos de Negocio (BPMS). Una de las tecnologías más significativas para dar soporte a la automatización de los procesos de negocio son los Sistemas de Gestión de Workflow (SGW). Para favorecer y dar flexibilidad a los SGW, de manera que puedan adaptarse a los cambios constantes del negocio, es fundamental tener un lenguaje de modelado que permita una fácil adaptación de los modelos. De la misma manera es fundamental tener herramientas que permitan medir la calidad de dichos modelos. En función de esto, proponemos un conjunto de métricas para la evaluación de modelos workflows en función de su adaptabilidad y entendibilidad.

Palabras Claves: Sistema de Gestión Workflow – Proceso de Negocio – Lenguaje de Modelado Workflow – Patrones Workflow.

1 INTRODUCCIÓN

Analizando el ciclo de vida de los procesos de negocio [1], es de gran importancia llevar a cabo una mejora continua de los mismos y ello ha llevado a las organizaciones a buscar herramientas que proporcionen el soporte necesario para poder realizar dichas mejoras. Hoy en día, la Gestión de Procesos de Negocio (BPM) proporciona este soporte mediante los Sistemas de Gestión de Procesos de Negocio (BPMS).

Una de las tecnologías más significativas para dar soporte a la gestión de procesos de negocio son los Sistemas de Gestión de Flujos de Trabajo (Workflow Management Systems, WFMS) que dan soporte a la automatización de los procesos de negocio.

Todo sistema de gestión de flujos de trabajo debe garantizar que la organización realiza las tareas correctas, en el momento y de la forma adecuada. Por ello se considera fundamental tener una buena representación del proceso en la que se incluyan todos los aspectos de interés para dicho proceso. Para poder lograr dicha representación es necesario disponer de un lenguaje de modelado

de procesos adecuado que, además, permita adaptar esa representación a los cambios continuos que los negocios de hoy experimentan.

En la actualidad existen numerosos lenguajes de modelado que pueden ser considerados apropiados según las necesidades del negocio, por lo que a veces los diseñadores deben decidir, sobre un conjunto de herramientas que dan soporte a distintos lenguajes de modelado, cuál o cuáles se adecuan más a sus necesidades. Por ello creemos que es necesario tener criterios que ayuden a tomar esta decisión.

Otro de los aspectos fundamentales en todo proceso workflow, es tener herramientas que permitan medir sus elementos más relevantes con el fin de detectar las áreas y aspectos a mejorar del proceso y, de esta manera, promover su mejora continua. Para ello creemos que es necesario proveer un marco que permita realizar dicha medición.

De acuerdo a esta necesidad, siguiendo la metodología propuesta en [2], hemos definido un conjunto de medidas iniciales y elementales que creemos servirán como indicadores de la complejidad estructural de los modelos de procesos workflow.

Bajo estas consideraciones, en el ámbito de nuestro trabajo de investigación consistente en la definición de un marco de trabajo para la medición de procesos workflow, presentamos una propuesta de medidas para modelos de procesos workflow.

El resto del trabajo se organiza de la siguiente manera: en la sección 2 se presentan los trabajos relacionados, en la sección 3 se describen las medidas y los resultados obtenidos del análisis de las mismas y en la sección 4 se resumen las conclusiones y trabajos futuros.

2 TRABAJOS RELACIONADOS

Dada la compleja naturaleza de los procesos de negocio se han llevado a cabo estudios sobre diversos aspectos tales como la utilidad [3], evaluación de la calidad [4] o la medición [5], siendo aún más frecuentes los estudios referentes a la utilización de las diferentes herramientas y lenguajes para llevar a cabo el modelado de procesos de negocio, como los vistos en [6], [7] y [8], por mencionar algunos. Este interés se ha visto fomentado principalmente por la diversidad de notaciones y lenguajes existentes para el modelado, definición y ejecución de los procesos de negocio.

De la misma manera, en el campo de los procesos workflow, se puede observar un importante trabajo en cuanto al modelado de dichos procesos, surgiendo así diversas líneas de investigación en este campo. Entre estos trabajos podemos destacar propuestas en las que se utilizan los Patrones Workflows para realizar la evaluación y/o comparación de distintos lenguajes de modelado. Por ejemplo, en [9] se utilizan los patrones workflow, junto con un conjunto de patrones de comunicación para analizar BPEL4WS. En el trabajo se presenta una representación posible de cada patrón, respecto del flujo de control, en BPEL4WS. Además, se lo compara con otros lenguajes de modelado workflow como XLANG y WSFL, y Staffware PLC's Staffware e IBM's MQSeries Workflow, cuya evaluación es presentada en [10]. Como resultado se observa que BPEL4WS soporta la mayoría de estos patrones. Sin embargo, se resalta el hecho de que éste es un lenguaje complejo debido a que ofrece muchos constructores solapados (*overlapping*). Además su semántica no siempre es clara, lo que puede llevar a múltiples interpretaciones. En [8] se examina cómo dos lenguajes de modelado: *Diagramas de proceso de Negocio* (BPMN) de BPMI y los *Diagramas de Actividad* de UML de la OMG pueden representar gráficamente los patrones workflow respecto al flujo de control. En su propuesta el autor concluye resaltando las diferencias y similitudes entre ambas notaciones y muestra cómo ambas notaciones son adecuadas para la representación de la mayoría de los patrones workflow. En [11], [12] y [13] los autores presentan una evaluación de los diagramas de Actividad contrastados con los patrones workflow desde las tres perspectivas: del flujo de control, datos y recursos. En [11, 12] se presentan los resultados del

análisis realizado sobre los Diagramas de Actividad de UML 2.0 en cuanto a sus capacidades y limitaciones para la representación de los patrones workflow del flujo de control y de datos. En [13] los autores extienden su trabajo para incluir un análisis sobre la idoneidad de los Diagramas de Actividad para representar los patrones de Recursos. En este trabajo los autores muestran que, si bien los Diagramas de actividad soportan bastante bien las perspectivas de flujo de control y de datos, no son adecuados en lo que hace a las perspectivas organizacional y de recursos. En [14], se presenta una evaluación de BPMN en función de su expresividad respecto de los Patrones Workflow. En este trabajo se muestra que en esta notación los patrones de flujo de control son bien soportados, mientras que para la perspectiva de datos, alrededor de la mitad de los patrones son cubiertos y, desde la perspectiva de los recursos, la notación proporciona un soporte escaso. Sin embargo, no se han detectado trabajos que propongan la definición de un marco de medición y comparación de la mantenibilidad de los modelos workflow. En este sentido, nuestra investigación se centra en la evaluación de lenguajes de modelado workflow desde el punto de vista de la mantenibilidad de los modelos definidos con dichos lenguajes. El objetivo es proporcionar a los diseñadores de procesos workflow los criterios necesarios para la selección del lenguaje de modelado más adecuado que facilite la evolución de los modelos desarrollados.

En el ámbito de la medición, se pueden ver diversos trabajos en cuanto a la medición de los procesos de negocio como en [15], [16]. Sin embargo, y a pesar de la importancia de medir la calidad de los procesos workflow, es muy poco el trabajo realizado en cuanto a la medición de calidad de estos procesos y de los modelos que los representan. Entre los trabajos en este campo se puede destacar las propuestas realizadas en [17], [18], [19]. En su trabajo, los autores proponen una métrica para la medición de la complejidad del flujo de control basada en la complejidad ciclomática de McCabe [17]. La cual es considerada aplicable tanto para procesos Web como workflow. En este trabajo el autor introduce la idea de Estados Mentales en los procesos, que tiene que ver con la noción que se debe tener de los estados que se pueden alcanzar en un proceso cuando se introduce un nodo *split* en el proceso. La métrica propuesta es construida a partir de la complejidad de los constructores split (XOR, AND y OR) del proceso. Para cada tipo de constructor define su complejidad en función del número de estados alcanzables a partir de cada uno de ellos. En [18] se presenta la evaluación de la métrica propuesta en [17] en términos de las propiedades de Weyuker, las cuales dan una base importante para clasificar una medida de complejidad para determinar si puede ser clasificada como buena, estructurada y exhaustiva [18].

En [19] se introduce el concepto de complejidad workflow y se propone una definición de esta complejidad y una clasificación de los procesos workflows de acuerdo a su complejidad en *Ordenados*, *Estructurados* y *Aleatorios*. En esta publicación los autores proponen una ampliación de las perspectivas desde las que pueden ser vistos los procesos workflow (flujo de control, datos y recursos) con la perspectiva de actividad. Desde esta perspectiva se ve a las actividades aisladamente sin considerar el flujo de control que las interconecta. En función de estas perspectivas se plantean cuatro perspectivas de complejidad. Los autores toman nociones de complejidad de distintas áreas de la ciencia, y muestran cómo pueden ser utilizadas para estimar y definir la complejidad workflow.

Otros trabajos que se pueden mencionar en este campo es la propuesta introducida en [20, 21]. En estos trabajos los autores introducen métricas para evaluar la cohesión interna de las actividades en un proceso workflow, [20, 21], y el acoplamiento entre las actividades de un proceso Workflow, [21]. Según los autores, estas métricas pueden ayudar a decidir, de entre varios diseños de actividades en un proceso workflow, cuál es el más adecuado según el grado de cohesión y acoplamiento de dichas actividades.

Estas propuestas presentan alternativas para la medición de algunos aspectos el modelado de procesos workflows. Pero no cubren todos los aspectos relevantes a los mismos. Nuestra propuesta pretende proveer un marco que permita incluir todos esos aspectos. Y para ello consideramos que es

necesario definir un conjunto más amplio de medidas que permitan la medición individual de cada uno de los aspectos relevantes para el modelado como así también la complejidad estructural global del proceso completo y de los modelos que lo representan.

3 LAS MEDIDAS

3.1 Definición de las Medidas

A lo largo de los años se han definido innumerables cantidades de medidas en los distintos campos de investigación. En muchos casos estas medidas fueron definidas confiando en la experiencia y el conocimiento de los expertos, la cual, si bien es de suma importancia, suele no ser suficiente para lograr medidas que sean válidas tanto teórica como empíricamente. Muchas de estas medidas han fracasado en su aplicación debido a esta falta de validez.

Por ello creemos que es necesario seguir una metodología que permita la definición de medidas que sean validas teórica y empíricamente. En este sentido, para la definición de las medidas propuestas en este artículo, hemos seguido el método de trabajo elaborado por el Grupo Alarcos para definir métricas software de manera estructurada, válidas teóricamente y útiles en la práctica, [2]. Para ello se siguieron las directrices utilizadas por [22] para la selección de las medidas más apropiadas para modelos de procesos.

Estas directrices establecen que: *“No es realista definir una única medida para evaluar la complejidad estructural”*, por ello se debe definir un conjunto de medidas que permita realizar esta evaluación de manera más confiable. *“Las medidas no se deben basar en complejas expresiones matemáticas”*, *“El objetivo es proporcionar una base cualitativa a nivel conceptual a los diseñadores de procesos workflow que sirva como guía a la hora de seleccionar un modelo de entre varias alternativas”*.

En este marco de trabajo y para definir con claridad el objetivo perseguido con la definición de las medidas propuestas, siguiendo la metodología aplicada en [22], se aplica el método GQM [23, 24]. Dicho objetivo consiste en:

- **Analizar:** Modelos Workflow
- **Con el propósito de:** Evaluar su complejidad
- **Con respecto a:** La entendibilidad y la modificabilidad de los modelos
- **Desde el punto de vista de:** los investigadores

A la hora de definir las medidas, se tuvo en cuenta los constructores de los distintos lenguajes de modelado, necesarios para la representación de las distintas situaciones que se pueden presentar en todo proceso workflow. Para nuestra investigación hemos seleccionado dos referencias importantes de la bibliografía para el modelado workflow. En primer lugar decidimos utilizar los Diagramas de Actividad de UML 2.0, propuesta de UML para el modelado workflow y que se puede utilizar para describir de forma adecuada procesos organizacionales [25]. Esta elección se debió, en parte, a la amplia difusión y aceptación en el ámbito de la ingeniería del software de las notaciones de UML y la tendencia a establecer estas notaciones como estándares. Además existen numerosas herramientas que las soportan. Otro motivo importante que nos llevó a la elección de los Diagramas de Actividad, es el hecho que en la última revisión de UML (UML 2.0), se definió un meta modelo completamente nuevo para los Diagramas de Actividad en el cual la semántica de sus constructores se describe en lenguaje natural y está basada en la semántica de las Redes de Petri, como por ejemplo en las nociones de *tokens*, *flujos*, *arcos pesados*, etc. [26, 27]. Destacamos este hecho debido a que las Redes de Petri constituyen un formalismo gráfico que ha probado ser uno de los más adecuados a la hora de modelar procesos. Esto se debe a su sólida fundamentación matemática y a la intuitividad y rigurosidad de su notación gráfica [28].

La segunda referencia seleccionada es YAWL (Yet Another Workflow Language) [29]. YAWL es un lenguaje workflow definido por la iniciativa de los Patrones Workflow [10]. En su trabajo los autores de esta iniciativa proponen un conjunto de patrones que todo sistema workflow debería seguir. Al igual que los diagramas de actividad, YAWL es un lenguaje inspirado en las redes de Petri especialmente diseñado para especificaciones workflow. Este lenguaje permite la representación de todos los patrones workflow [30], incorporando características que permiten la implementación de patrones que en los modelos de Redes de Petri no era posible.

Otro de los motivos que nos llevo a basarnos en estos lenguajes es que ellos proveen los constructores necesarios para modelar la mayoría de las situaciones que se pueden presentar en un proceso a la hora de diseñar un modelo para tales procesos. No obstante esta elección, el objetivo final de las medidas es que las mismas sean extensibles a otros lenguajes de modelado que provean los constructores necesarios para modelar las situaciones más relevantes y comunes de los procesos workflow y que, además puedan ser utilizadas para la toma de decisión a la hora de elegir entre un lenguaje de modelado y otro.

Las medidas fueron definidas considerando las perspectivas del flujo de control y de recursos, que constituyen dos de las tres perspectivas desde las que se puede ver todo proceso workflow [10], quedando para trabajos futuros el estudio correspondiente a la perspectiva de datos. Las tablas 1, 2 y 3 muestran el listado inicial de las medidas propuestas.

Tabla 1: Medidas a nivel de Modelo – Perspectiva del Flujo de Control

Medidas a Nivel de Modelo	
NA(mw)	Número de Actividades del modelo
NDepPrA (mw)	Número total de dependencias de precedencia entre actividades
NCA (mw)	Nivel de conectividad entre las Actividades: $NCA (MW) = NDepPrA (MW) / NA (MW)$
NNDivAND (mw)	Número nodos de división del flujo de ejecución paralela/concurrente de actividades (AND – Split – Nodos Fork)
NNDecXOR (mw)	Número de nodos de decisión del modelo – ejecución excluyente de actividades (XOR - Split)
NNDecOR (mw)	Número de nodos de decisión de ejecución no excluyente de actividades (OR - Split)
NNUnAND (mw)	Número de nodos de unión de flujos de ejecución paralela/concurrente de actividades (AND - Join)
NNUnXor (mw)	Número de nodos de unión de ejecución excluyente de actividades (XOR –Join)
NNUnOr (mw)	Número de nodos de sincronización de flujos de ejecución no excluyente de tareas (OR – Join)

Tabla 2: Medidas a Nivel de Actividades – Perspectiva del Flujo de Control

Medidas a nivel de Actividad	
NAP(a)	Número de actividades predecesoras de la actividad <i>a</i>
NAS(a)	Número de actividades sucesoras de la actividad <i>a</i>
NDPa(a)	Número total de dependencias de precedencia de la actividad <i>a</i> : $NDPa(a) = NAP(a) + NAS(a)$
RPEnSal(a)	Relación de precedencia de entrada y salida de la actividad <i>a</i> : $RPEnSal(a) = NAP(a) / NAS(a)$
PrAP(a)	Número promedio de las actividades predecesoras respecto del total de dependencias de precedencia de la actividad <i>a</i> : $PrAP(a) = NAP(a) / NDPa(a)$
PrAS(a)	Número promedio de las actividades sucesoras respecto del total de dependencias de precedencia de la actividad <i>a</i> : $PrAS(a) = NAS(a) / NDPa(a)$

Tabla 3. Medidas a nivel de Recursos

Medidas a Nivel de Recursos	
NR(mw)	Número Total de Recursos

NRExt(mw)	Número de Recursos Externos al sistema
RelRecAc(mw))	Relación cantidad de recursos sobre el número de actividades: $NrsA(MW) = NRda(MW)/NA(MW)$
RCA(mw)	Relación cantidad de recursos y el nivel de conectividad de las actividades: $NRCA(MW) = NRda(MW)/NCA(MW)$

Considerando los lenguajes seleccionados pudimos observar que ambos lenguajes proveen la mayoría de los constructores salvo el caso del constructor OR-join, para el cual la notación de los Diagramas de Actividad no provee un constructor explícito, de modo que las situaciones cuya semántica implique el uso de dicho constructor deben ser modeladas a través de representaciones poco amigables.

En la metodología seguida para la definición de las medidas propuestas se establece en una de sus fases, que las métricas deben ser validadas teórica y empíricamente. En cuanto a la validación teórica, su objetivo principal es *comprobar si la idea intuitiva acerca del atributo que se desea medir se refleja en la medida*, [2], en otras palabras, “demostrar que la medida mide el atributo que pretende medir” [2, 22]. Esto es logrado a través del análisis de los requisitos que se deben satisfacer cuando se está midiendo. Esta validación también proporciona información referente a las operaciones matemáticas y estadísticas que pueden realizarse con la medida.

Existen dos tendencias principales en cuanto a la validación teórica: *los marcos basados en propiedades* [31, 32], que definen propiedades deseables de las medidas para un atributo concreto; y *los marcos basados en la teoría de la medida* [33, 34], cuyo objetivo es obtener la escala matemática a la que pertenece la medida y, por lo tanto, sus transformaciones admisibles, estadísticos y tests aplicables, y especifican un marco general en el que las medidas deben ser definidas [2].

En una primera etapa de la validación teórica de las medidas propuestas se aplicó el marco DISTANCE [33]. Si bien este marco proporciona un procedimiento constructivo para modelar los atributos software de interés, y definir las medidas correspondientes [22], debido a las similitudes existentes entre los procesos software y los procesos workflow [35-37], es factible su aplicación para la definición de medidas que permitan medir atributos de los modelos de procesos workflow. Este marco está basado en los conceptos de distancia y disimilitud (desde el punto de vista conceptual). Es decir, los atributos son modelados como distancias (conceptuales) entre las entidades que caracterizan y otras entidades que sirven como puntos de referencia o normas para la medición [22].

El hecho de haber definido las medidas siguiendo el método basado en la distancia, garantiza que todas las medidas están caracterizadas por la escala de ratio.

3.2 Análisis de las Medidas

En esta primera etapa de nuestra investigación hemos aplicado los resultados obtenidos en un experimento práctico para realizar una primera validación práctica de las medidas que hacen a la perspectiva del flujo de control, y dentro de ellas solo las medidas a nivel de modelo, quedando para futuras pruebas la validación de las medidas a nivel de actividad y las que hacen a la perspectiva de recursos.

Del análisis de los datos del experimento se observó que la distribución de los mismos era no normal. Por lo tanto se utilizó como test estadístico no paramétrico el análisis de correlación de Spearman con un factor de correlación de 0,05. A través de este test, se correlacionaron las medidas con los tiempos de entendibilidad y modificabilidad como así también al número de respuestas correctas. En las tablas 8 y 9 se muestra un resumen de los resultados obtenidos respecto de los dos lenguajes propuestos en el experimento realizado: Diagramas de Actividad de UML y YAWL.

Tablas 12 - 13: Correlación de las medidas: YAWL

Medidas	Entendibilidad			
	Tent	AcEnt	ValEnt	EfEnt
NA	,857(**)	-0,339	0,601	-,762(*)
NDepPrA	,922(**)	-0,238	0,630	-,802(*)
NCA	0,643	-0,206	0,576	-0,667
NNDivAND	,939(**)	-0,097	0,707	-,862(**)
NNDecXOR	0,442	-,769(*)	0,568	-0,552
NNDecOR	0,027	-0,280	0,130	0,069
NNUnAND	,907(**)	0,000	0,631	-,805(*)
NNUnXOR	0,420	-,730(*)	0,507	-0,531
NNUnOR(*)	0,218	-0,611	0,459	-0,327
**. La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).				
*. La correlación es significativa al nivel 0,05 (bilateral).				

Medidas	Modificabilidad			
	TMod	AcMod	ValMod	EfMod
NA	0,119	-,719(*)	0,524	-0,548
NDepPrA	0,144	-0,699	0,578	-0,551
NCA	0,500	-0,611	0,524	-0,667
NNDivAND	-0,228	-0,408	0,701	-0,254
NNDecXOR	0,012	-0,611	0,224	-0,442
NNDecOR	0,440	-0,394	-0,295	-0,344
NNUnAND	-0,153	-0,334	0,671	-0,230
NNUnXOR	0,025	-0,628	0,258	-0,457
NNUnOR(*)	0,436	-,713(*)	0,000	-0,655
**. La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).				
*. La correlación es significativa al nivel 0,05 (bilateral).				

Tablas 14 - 15: Correlación de las medidas: Diagramas de actividad

Medidas	Entendibilidad			
	Tent	AcEnt	ValEnt	EfEnt
NA	,862(**)	-0,287	0,165	-,838(**)
NDepPrA	,783(*)	-0,025	0,166	-,747(*)
NCA	0,310	0,655	0,109	-0,167
NNDivAND	0,393	0,300	0,169	-0,344
NNDecXOR	0,497	-0,358	0,167	-0,412
NNDecOR	0,577	-0,588	0,000	-0,577
NNUnAND	0,420	0,428	0,226	-0,371
NNUnXOR	0,563	-0,384	0,220	-0,479
**. La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).				
*. La correlación es significativa al nivel 0,05 (bilateral).				

Medidas	Modificabilidad			
	TMod	AcMod	ValMod	EfMod
NA	0,491	-0,337	,771(*)	-0,659
NDepPrA	0,386	-0,345	0,625	-0,578
NCA	-0,143	-0,311	-0,148	0,000

NNDivAND	0,098	-0,136	0,338	-0,319
NNDecXOR	0,424	-0,244	0,660	-0,570
NNDecOR	0,082	-0,415	0,171	-0,082
NNUnAND	-0,025	-0,068	0,167	-0,148
NNUnXOR	0,323	-0,229	0,597	-0,467
**. La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).				
*. La correlación es significativa al nivel 0,05 (bilateral).				

Del análisis de los datos pudimos observar que existe una correlación (Rechazando la hipótesis nula H_{0Em}) respecto de las medidas NA, NDepPrA, NNDivAND y NNUnAND en cuanto al tiempo de entendibilidad y su eficiencia respecto del lenguaje de modelado YAWL. Lo mismo para NA y NDepPrA respecto a los Diagramas de Actividad. En tanto que a la modificabilidad no se detectó correlación respecto a los tiempos de respuestas para ninguno de los dos lenguajes.

La medida NNUnOR(*) solo pudo ser validada respecto a YAWL debido a que mide el número de nodos OR-Join, y la notación de Diagramas de Actividad no provee un constructor que permita modelar de forma directa este tipo de uniones.

4 CONCLUSIONES Y TRABAJOS FUTUROS

Considerando el dinamismo de los procesos gestionados por todo sistema workflow, y como uno de los objetivos de nuestra investigación se centra en favorecer y dar flexibilidad a los sistemas workflow de manera que estos puedan adaptarse a los cambios constantes del negocio, creemos que es fundamental tener criterios para poder elegir un lenguaje que permita una mayor facilidad de adaptación de los modelos a esos cambios. Otro aspecto abordado en nuestra investigación es la influencia que tiene la complejidad estructural de los modelos en la mantenibilidad de los mismos.

En este sentido, presentamos un conjunto de medidas que servirán como indicadores de la complejidad de los modelos workflow. Además, se presentan los resultados de la aplicación de un primer experimento destinado, en primer lugar, a analizar y comparar la idoneidad para el modelado de procesos workflows de YAWL y Diagramas de Actividad de UML 2.0, dos lenguajes de modelado workflow de amplia difusión en el campo, como primer paso en la validación práctica de las medidas. La misma se realizó a través de la correlación de las medidas con los tiempos de respuestas obtenidos en el experimento.

Del análisis de los datos recopilados, en cuanto a las medidas propuestas, se observó una correlación de las medidas con el tiempo de entendibilidad de los modelos YAWL en 4 de las 9 medidas validadas mientras que para Diagramas de Actividad solo para 2. Respecto de los tiempos de modificabilidad no se observó correlación en ninguno de los lenguajes analizados.

En la continuidad de este trabajo, estamos planificando realizar una réplica del experimento que nos permita dar mayor consistencia a los resultados obtenidos en cuanto a la perspectiva del flujo de control e incluir en nuestra investigación las perspectivas de datos y de recursos, dos aspectos que todo sistema workflow actual debe poder gestionar.

En cuanto al conjunto de medidas presentado, creemos que solo puede ser considerado como un conjunto inicial y será ampliado para cubrir aquellos aspectos del modelado workflow no cubiertos, de manera de obtener un conjunto de medidas que permita evaluar la complejidad de los modelos en todos sus aspectos relevantes. En este sentido ampliaremos el conjunto de medidas que hacen a las perspectivas de flujo de control y de recursos y definiremos nuevas para la medición de la perspectiva de datos.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido financiado parcialmente por los proyectos: Proyecto LERNET- Language Engineering and Rigorous Software Development, Programa ALFA. Referencia: AML/B7-311-97/0666/II-0472-FA; MECENAS (Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha, Consejería de Educación y Ciencia, PBI06-0024) e “Ingeniería de Software: Un Enfoque e-business / e-government” Código: 22/F522. Área de Programación y metodologías de Desarrollo del Software, Departamento de Informática, F.C.F.M.yN., U.N.S.L.

REFERENCIAS

- [1] D. Georgakopoulos and A. Tsalgatiidou, "Technology and Tools for Comprehensive Business Process Lifecycle Management,," *Workflow Management Systems and Interoperability. Springer V. p.*, pp. 324-365, 1998.
- [2] M. Serrano, M. Piattini, C. Calero, M. Genero, and D. Miranda, "Un método para la definición de métricas de software,," presented at 1er Workshop en Métodos de Investigación y Fundamentos filosóficos en Ingeniería del Software y Sistemas de Información (MIFISIS'2002),, 2002.
- [3] M. A. Rappa, "The utility business model and the future of computing services," *IBM Systems Journal*, vol. 43, pp. 32-42, 2004.
- [4] J. Becker, M. Rosemann, and C. von Uthmann, "Guidelines of Business Process Modeling," *Business Process Management, Models, Techniques and Empirical Studies (BPM'00). Springer*, pp. 30-49, 2000.
- [5] V. Vitolins, "Business Process Measures," presented at Int. Conference on BALTIC DB&IS. Riga, Latvia., 2004.
- [6] C. Dewalt, "Business Process Modeling with UML,," *Johns Hopkins University*, 1999.
- [7] T. Dufresne and J. Martin, "Process Modeling for e-Business,," *Dr. Larry Kerschberg (ed) Information Systems Department, George Mason University*, 2003.
- [8] S. A. White, "Process Modeling Notations and Workflow Patterns,," in *Workflow Handbook 2004*, L. Fischer, Ed.: Published in association with the Workflow Management Coalition (WfMC), 2004.
- [9] P. Wohed, W. M. P. van der Aalst, M. Dumas, and A. H. M. ter Hofstede, "Pattern Based Analysis of BPEL4WS,," Queensland University of Technology, Brisbane FIT-TR-2002-04, QUT, 2002.
- [10] W. M. P. van der Aalst, A. H. M. ter Hofstede, B. Kiepuszewski, and A. P. Barros, "Workflow Patterns,," Queensland University of Technology, Brisbane QUT Technical report. FIT-TR-2002-02, 2002.
- [11] P. Wohed, W. M. P. van der Aalst, M. Dumas, A. H.M. ter Hofstede, and N. Russell, "Pattern-based Analysis of UML Activity Diagrams,," 2004.
- [12] P. Wohed, W. M. P. v. d. Aalst, M. Dumas, A. H.M. ter Hofstede, and N. Russell, "Pattern-based Analysis of the Control-flow Perspective of UML Activity Diagrams,," 2005.
- [13] N. Russell, W. M. P. van der Aalst, A. H. M. ter Hofstede, and P. Wohed, "On the Suitability of UML 2.0 Activity Diagrams for Business Process Modelling,," 2006.
- [14] P. Wohed, W. M. P. van der Aalst, M. Dumas, A. H. M. ter Hofstede, and N. Russell, "On the Suitability of BPMN for Business Process Modelling,," presented at 4th International Conference on Business Process Management (BPM 2006), LNCS., Vienna, Austria, 2006.
- [15] E. Rolon, F. Ruiz, F. Ó. Garcia Rubio, and M. Piattini, "Aplicación de Métricas Software en la Evaluación de Modelos de Procesos de Negocio."
- [16] E. Rolon, F. Ó. Garcia Rubio, F. Ruiz, and M. Piattini, "Validating a Set of Measures for Business Process Models Usability and Maintainability."

- [17] J. Cardoso, "How to Measure the Control-flow Complexity of Web Processes and Workflows," in *Workflow Handbook 2005*, 2005.
- [18] J. Cardoso, "Control-flow Complexity Measurement of Processes and Weyuker's Properties," 2005.
- [19] J. Cardoso, "Approaches to Compute Workflows Complexity," presented at Dagstuhl Seminar, The Role of Business Processes in Service Oriented Architectures, Dagstuhl, Germany, 2006.
- [20] H. A. Reijers, "A Cohesion Metric for the Definition of Activities in a Workflow Process.," *Eighth CAiSE/IFIP8.1 International Workshop on Evaluation of Modeling Methods in Systems Analysis and Design 2003*, pp. 116-125, 2003.
- [21] H. A. Reijers and I. T. P. Vanderfeesten, "Cohesion and Coupling Metrics for Workflow Process Design," *BPM 2004, LNCS 3080*, pp. 290-305, 2004.
- [22] F. Ó. García Rubio, "FMESP: Marco de Trabajo Integrado para el Modelado y la Medición de los Procesos Software," in *Departamento de Informática*. Ciudad Real. España: U.C.L.M. Universidad de Castilla La Mancha. España, 2004, pp. 491.
- [23] V. Basili and D. Weiss, "A Methodology for Collecting Valid Software Engineering Data," *IEEE Transactions on Software Engineering*, vol. 10, pp. 728-738, 1984.
- [24] V. Basili and H. Rombach, "The TAME project: towards improvement-oriented software environments," *IEEE Transactions on Software Engineering*, vol. 14, pp. 728-738., 1988.
- [25] OMG, "Unified Modeling Language: Superstructure. Version 2.0," 2004.
- [26] H. Störrle and J. H. Hausmann, "Towards a Formal Semantics of UML 2.0 Activities," 2004.
- [27] H. Störrle, "Semantics of Control-Flow in UML 2.0 Activities," *Proceedings of the 2004 IEEE Symposium on Visual Languages and Human Centric Computing (VLHCC'04)*, 2004.
- [28] M. Purvis, M. Purvis, and S. Lemalu, "An Adaptive Distributed Workflow System Framework," presented at Seventh Asia-Pacific Software Engineering Conference (APSEC.00), 2000.
- [29] W. M. P. van der Aalst and A. H. M. ter Hofstede, "YAWL: Yet Another Workflow Language," Queensland University of Technology, Brisbane FIT-TR-2003-04, 2003.
- [30] W. M. P. van der Aalst, L. Aldred, M. Dumas, and A. H. M. ter Hofstede, "Design and implementation of the YAWL system," presented at The 16th International Conference on Advanced Information Systems Engineering (CAiSE 04), 2004.
- [31] E. J. Weyuker, "Evaluating Software Complexity Measures," *IEEE Transactions on Software Engineering*, vol. 14, pp. 1357 - 1365, 1988.
- [32] L. C. Briand, S. Morasca, and V. R. Basili, "Property-Based Software Engineering Measurement," *IEEE Transactions on Software Engineering*, vol. 22, pp. 68-86, 1996.
- [33] G. Poels and G. Dedene, "Distance-based software measurement: necessary and sufficient properties for software measures," *Information and Software Technology*, vol. 42, pp. 35 - 46, 2000.
- [34] H. Zuse, *A Framework of Software Measurement*: Walter de Gruyter. Berlin., 1998.
- [35] S. T. Acuña, "La Tecnología de Workflow como Soporte para la Formalización del Proceso Software Integral," presented at JUCSE'00, 2000.
- [36] C. Ocampo and P. Botella, "Workflow Technologies as a way to integrate software processes," presented at 13th International Conference Software & Systems Engineering and its Applications (ICSSEA'2000). CNAM, Paris, France., 2000.
- [37] C. Ocampo and P. Botella, "Some reflections on applying Workflow Technology to Software Process," Departament de Llenguatges i Sistemes Informàtics, UPC, Barcelona. Internal Report LSI-98-5-R., 1998.