

# Gestión Integrada del Modelado y de la Medición del Proceso Software

Félix García, Francisco Ruiz, José Antonio Cruz, Mario Piattini

Grupo Alarcos

Escuela Superior de Informática

Paseo de la Universidad, 4

13071 Ciudad Real (España)

{Felix.Garcia, Francisco.Ruiz, Mario.Piattini}@uclm.es, jacruz@proyectos.inf-cr.uclm.es

<http://alarcos.inf-cr.uclm.es>

**Resumen.** La mejora del proceso software se ha convertido en uno de los objetivos estratégicos fundamentales en las organizaciones a la hora de promover la mejora de la calidad de sus productos. Para poder implantar un plan efectivo de mejora es muy importante establecer un buen marco de trabajo que permita que cada organización comprenda y defina de forma efectiva los procesos que lleva a cabo, y que le permita realizar adecuadamente la evaluación de sus procesos en base a la medición de los mismos. En este artículo se describe un marco de trabajo en el que se integra el modelado y la medición de los procesos como elementos clave para promover la mejora de los mismos. Con el fin de dar soporte a la medición integrada se ha desarrollado GenMETRIC, herramienta extensible de cálculo, gestión y visualización de métricas software.

## 1 Introducción

Actualmente la calidad de cualquier producto no puede ser asegurada simplemente inspeccionando el producto por sí mismo o desarrollando controles de calidad estadísticos. Esta afirmación se basa en que existe una correlación directa entre la calidad del proceso y la calidad del producto obtenido. Por lo tanto, una organización no puede garantizar la entrega de productos de calidad centrandose sus programas de calidad únicamente en el producto [13]. Dado que la calidad del producto final va a estar afectada en gran medida por la forma de obtener ese producto, es decir, por el proceso, en las organizaciones de hoy en día una de sus grandes preocupaciones es la mejora de sus procesos software.

A la hora de satisfacer los requisitos de calidad de los procesos software es necesario que produzcan los resultados esperados, que estén correctamente definidos y que sean mejorados en función de los objetivos de negocio, muy cambiantes ante la gran competitividad de las empresas hoy en día. Estos son los objetivos de la Gestión del Proceso Software [1] que, para ser aplicada de forma efectiva, supone asumir cuatro responsabilidades clave: Definir, Medir, Controlar y Mejorar el Proceso. Teniendo en cuenta estas responsabilidades, para poder promover la mejora de los procesos es muy importante considerar la gestión integrada de los siguientes aspectos:

- **Modelado de Procesos.** Es un paso fundamental para la comprensión y mejora continua de los procesos de una organización. El modelado del proceso software trata de capturar las características principales del proceso que se lleva a cabo, identificando las actividades necesarias, los responsables de llevarlas a cabo, los productos obtenidos, etc.
- **Evaluación de Procesos.** La evaluación de los procesos software tiene como objetivo detectar los aspectos de un proceso software que se pueden mejorar. Para ello es necesario proporcionar un marco efectivo para la medición de los procesos y productos software en una organización.

La integración de estas dos áreas es un factor fundamental para que una organización alcance un alto grado de madurez en sus procesos tal como identifican diversos estándares entre los que destacan especialmente: CMM [14], ISO 15504 [6] y sobre todo CMMI [15]. Por ello, es imprescindible comprender bien los procesos, para lo cual es necesario una definición de los mismos, y mejorarlos, (lo que incluye un proceso de evaluación). Tal como se indica en [10] el modelado del proceso software ha recibido mucha atención de la comunidad científica en los últimos años, sin embargo, y teniendo en cuenta que los modelos de procesos son el punto de partida para el análisis, mejora y ejecución del proceso, la necesidad de establecer un acoplamiento estricto entre el modelado y la medición del proceso no ha sido claramente establecido.

Teniendo en cuenta las necesidades comentadas anteriormente, en este artículo se presenta un marco de referencia para el modelado y la medición de los procesos software de forma integrada, ya que se consideran que son aspectos fundamentales en su gestión que no deben tratarse por separado. Desde el punto de vista del modelado, se proporciona la base conceptual necesaria para definir de una forma efectiva los procesos software que se llevan a cabo en una organización. Desde el punto de vista de la medición, se desarrolla un marco integrado para la medición efectiva de los procesos y productos software. En primer lugar se da una visión general de la arquitectura. En el apartado 3 se describe GenMetric, herramienta genérica y extensible que se ha desarrollado para dar soporte al proceso de medición integrada en una organización. Finalmente se presentan las conclusiones y las líneas futuras.

## 2 Marco Integrado para el Modelado y la Medición del Proceso Software

Para que una organización pueda realizar una gestión integrada de sus procesos software es muy importante que establezca una base rigurosa para:

- La definición de sus modelos de procesos con una terminología única y con una semántica precisa y bien definida.
- La gestión integrada de la medición en la organización mediante un meta-modelo de la medida que sea el marco de referencia para la creación de modelos concretos de medida (medida de la base de datos, medidas de los pro-

ductos de trabajo resultado del análisis o diseño, medida de los modelos de procesos, etc...).

Con el fin de integrar estos dos aspectos tan importantes en un proceso software se he definido una arquitectura conceptual de cuatro niveles de abstracción. Esta arquitectura está basada en el estándar MOF (Meta Object Facility) [9]. El objetivo de MOF es la especificación y gestión de metadatos en diferentes niveles de abstracción. En la Figura 1 se muestra la arquitectura conceptual del estándar MOF y su aplicación al marco de trabajo propuesto para la integración del modelado y medición del proceso software:

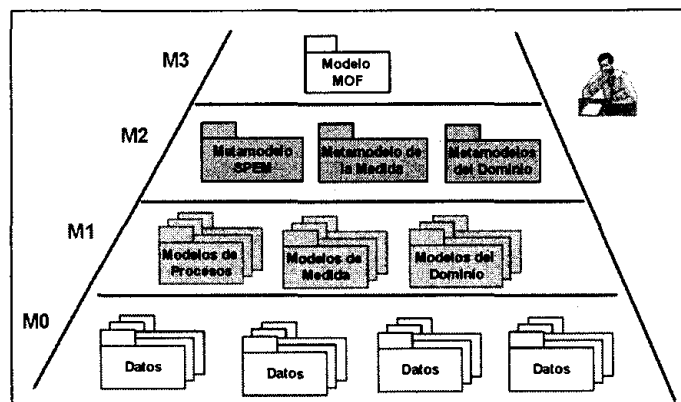


Fig. 1. Niveles conceptuales en MOF y su aplicación para la integración del modelado la medición del proceso

Los elementos incluidos en cada nivel de la arquitectura conceptual son:

- **Nivel de Meta-MetaModelo (M3).** En el nivel superior de la arquitectura conceptual se encuentra el modelo MOF, que es un lenguaje abstracto para la definición de metamodelos. Sus principales constructores son las clases-MOF y las asociaciones-MOF (éstos son sus principales elementos para nosotros, aunque incorpora otros como paquetes, tipos de datos, etc.). De acuerdo a nuestro objetivo MOF es utilizado para la representación común de todos los conceptos relacionados con la definición y medición del proceso software, conceptos que se incluyen en los metamodelos del nivel M2.
- **Nivel de Metamodelo (M2).** En el nivel M2 de la arquitectura se incluyen los metamodelos necesarios para la integración del modelado y medición del proceso software. Estos metamodelos son:
  - *Software Process Engineering Metamodel (SPEM)* [16], que es un metamodelo para la definición de modelos de procesos concretos, como un modelo para el desarrollo, mantenimiento, evaluación y mejora, etc. SPEM facilita la gestión integrada del proceso software

al poder definir los procesos usando una terminología común y estándar.

- *Metamodelo Genérico de la Medida* [3;5], con el cual es posible definir modelos concretos de medición de entidades software, como modelos para medir bases de datos relacionales, diagramas UML, etc.. Este metamodelo ha sido definido en base al estándar ISO 15939.
- *Metamodelos del Dominio*. De acuerdo a nuestro marco de trabajo consideramos que un metamodelo del dominio es todo metamodelo con el que se pueden representar entidades software relacionadas con el proceso software desde el punto de vista de su medición. Por ejemplo, si el resultado de un proceso software es una base de datos relacional, a este nivel se podría incorporar el metamodelo relacional.

Todos los conceptos del nivel-M2 son instancias de clases-MOF y asociaciones-MOF, por ejemplo, conceptos de SPEM como “Actividad”, “Producto de Trabajo”, conceptos del metamodelo de la medida como “Métrica”, “Indicador”, “Unidad de Medida” y conceptos de metamodelos del dominio como del relacional “Tabla”, “Relación”, “Atributo” son instancias de clase-MOF, y las relaciones “Actividad precede Actividad”, “Producto de Trabajo es entrada de Actividad”, “Métrica tiene una Unidad de Medida” o “Tabla está compuesta por Atributos” son instancias de asociación-MOF.

- **Nivel de Modelo (M1)**. En el nivel M1, de acuerdo a la arquitectura propuesta, se incluyen modelos específicos para la definición y medición del proceso software. Desde el punto de vista de la definición, se pueden incorporar modelos de procesos concretos, como modelos para el desarrollo, mantenimiento, evaluación y mejora, etc. Desde el punto de vista de la medición se pueden incorporar modelos concretos de la medida, como un modelo para medir bases de datos relacionales, diagramas UML, etc. Finalmente a este nivel también se encuentran modelos concretos del dominio, como un modelo o esquema de una base de datos relacional, un modelo de un diagrama de clases UML, etc.
- **Nivel de Datos**. En el nivel inferior de la arquitectura se encuentran los datos, que son el resultado de la ejecución (*enactment*) de los modelos definidos en M1. De esta forma en este nivel se encontrarían los datos relacionados con la ejecución de los modelo de procesos en forma de proyectos, y con la ejecución de modelos de medida.

Con la arquitectura conceptual propuesta es posible integrar la definición y medición del proceso software proporcionando la base cuantitativa necesaria para facilitar su mejora. Como soporte a esta arquitectura conceptual se ha desarrollado un entorno tecnológico constituido por las siguientes herramientas:

- **Metamod** [2], que permite la definición de los metamodelos (en base a los constructores del lenguaje MOF) y de los modelos (en base a los constructores de sus metamodelos) necesarios. Para la gestión del almacenamiento e in-

tercambio de los metadatos de la arquitectura conceptual, se usa un gestor de repositorio [12] que implementa el estándar XMI (XML Meta-data Interchange) [11] para promover la portabilidad de los modelos y metamodelos definidos.

- GenMETRIC, herramienta para la medición de entidades software, que se describe con mayor detalle a continuación.

### 3 GenMETRIC. Herramienta Genérica y Extensible para la definición, cálculo y visualización de métricas software.

Con el objetivo de dar soporte automático al proceso integrado de medición comentado en el apartado anterior, hemos desarrollado la herramienta GenMETRIC. Esta herramienta para la gestión integrada del proceso de medición, da soporte a la definición y gestión de métricas tanto de artefactos como de procesos software. Además, la herramienta da soporte al metamodelo de la medida basado en ISO 15939 que ha sido propuesto para un mejor soporte y gestión del proceso integrado de medición.

Para la gestión del proceso de medición, la herramienta importa información organizada en distintos niveles de abstracción de acuerdo a la arquitectura conceptual propuesta y almacenada en un repositorio en forma de documentos XMI. Estos elementos de información son:

- **Metamodelos del Dominio**, que representan las entidades software sobre las que se definen los modelos de medición. Por ejemplo, si se requiere la medición de bases de datos relacionales es necesario tener en el repositorio el metamodelo relacional, compuesto por elementos tales como tablas, atributos, claves ajenas, etc., sobre los cuales se definirán modelos de medición compuestos por diferentes métricas, como el número de tablas, número de atributos de una tabla, etc.
- **Modelos del Dominio**. Estos modelos son instancias de los metamodelos del dominio y son sobre los que se aplican los modelos de medición. En el caso de una base de datos relacional, un modelo del dominio sería un esquema concreto de base de datos, como por ejemplo el esquema de una base de datos de una sucursal bancaria. Sobre este esquema se podrían aplicar y calcular las métricas de modelos de medición definidos sobre el metamodelo relacional.
- **Modelos de Medición**. A partir del metamodelo de la medida definido en base al estándar ISO 15939 es posible crear modelos de medida sobre entidades software concretas. Con ello se proporciona un soporte sistemático a la aplicación de un proceso de medición, ya que no sólo se recogen los datos del proceso, sino también los metadatos en forma de modelos.

La información importada por la herramienta sobre los distintos metamodelos y modelos del dominio y de métricas, se almacena de forma persistente en un repositorio.

rio en forma de documentos XMI. Los distintos modelos y metamodelos necesarios son definidos y representados en XMI mediante la herramienta Metamod [2].

GenMETRIC proporciona al usuario un interfaz que le facilita la definición de modelos de medición sobre cualquier entidad software a nivel conceptual, la posibilidad de definir nuevas métricas, y de calcular y visualizar los resultados de las métricas definidas. En la Figura 2 se muestra el formulario para la definición de una nueva métrica:

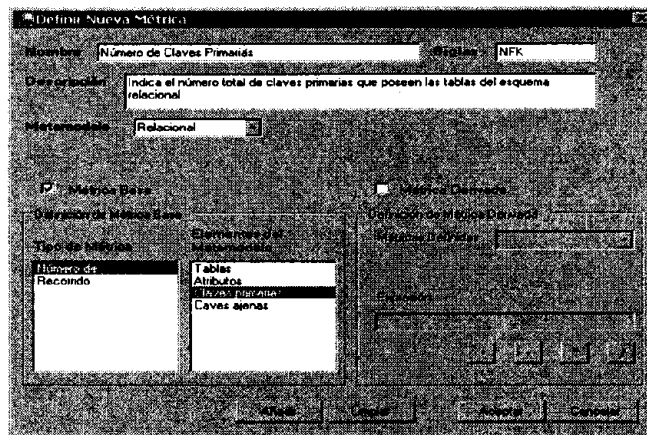


Fig. 2. Definición de una nueva métrica con GenMETRIC.

Con la herramienta propuesta se proporciona un entorno integrado y automático para la medición. Al ser una herramienta genérica, es posible la definición de cualquier métrica nueva sobre los metamodelos de dominio existentes sin tener que codificar nuevos módulos. Además, la herramienta es extensible, lo que facilita la incorporación de nuevos metamodelos de dominio, como podría ser un metamodelo para definir los elementos del web (formado por páginas web, enlaces entre páginas, etc..) y poder de esta forma medir modelos de dominio concretos, como sitios web. Además, al trabajar con documentos XMI se facilita la comunicación y posibilidad de importar de una forma abierta nuevos metamodelos del dominio, o modelos de dominio y métricas almacenados en otros repositorios basados en MOF.

#### 4 Conclusiones y Trabajos Futuros.

En este artículo se ha presentado un marco conceptual para la mejora basado en el modelado y la medición integrada de los procesos software. Para el modelado de los procesos bajo una terminología común se usa el metamodelo SPEM, y como marco integrado para la medición se ha definido un metamodelo, basado en el estándar ISO 15939, que facilita la gestión de un proceso integrado de medición para promover la mejora de procesos en una organización. Como soporte a la medición integrada, se ha desarrollado la herramienta GenMetric, para la definición, cálculo y visualización de

métricas software, que permite la incorporación de nuevos tipos de métricas y nuevos tipos de elementos a medir, al estar diseñada su arquitectura de forma genérica y extensible.

Con el marco propuesto, cualquier organización dedicada al desarrollo y/o mantenimiento del software puede definir y evaluar sus procesos de una forma efectiva, como paso previo para promover la mejora de los mismos. Además, al estar el marco de trabajo basado en el estándar MOF, es posible la extensión y modificación de los elementos del mismo de una forma sencilla mediante la incorporación o modificación de los metamodelos necesarios, al estar todos representados siguiendo la terminología común proporcionada por el modelo MOF. Entre las líneas futuras destacan:

- Refinamiento del metamodelo genérico de la medida presentado. En este sentido se está trabajando en colaboración con otros grupos de investigación iberoamericanos en la definición de una ontología de la medida que sea la referencia común a la hora de definir y refinar el metamodelo propuesto.
- Definición, validación formal y empírica de un conjunto de métricas para evaluar la calidad de los modelos de procesos software. Esta línea ha sido inicialmente abordada en [4].

## Agradecimientos

Este trabajo forma parte del proyecto DOLMEN parcialmente financiado por la Subdirección General de Proyectos de Investigación, Ministerio de Ciencia y Tecnología (TIC 2000-1676-C06-06).

## Referencias

1. Florac, W. A. and Carleton, A.D. Measuring the Software Process. Statistical Process Control for Software Process Improvement. SEI Series in Software Engineering. Addison Wesley (1999).
2. García, F., Ruiz, F., Piattini, M. and Polo, M. Conceptual Architecture for the Assessment and Improvement of Software Maintenance. 4th International Conference on Enterprise Information Systems (ICEIS'02). Ciudad Real, Abril (2002), 610-617
3. García, F., Ruiz, F., Cruz, J. y Piattini, M. Integración del Metamodelado y la Medición para la Mejora de los Procesos Software. 6º Workshop Iberoamericano de Ingeniería de Requisitos y Ambientes Software (IDEAS'2003). Asunción (Paraguay). 30 Abril-2 Mayo (2003).
4. García, F., Ruiz, F. y Piattini, M. Medición del Proceso Software. Aceptado para publicación en VIII Jornadas de Ingeniería del Software y Bases de Datos (JISBD'2003). Alicante (España). 12-14 Noviembre (2003).
5. Genero, M., Ruiz, F., Piattini, M., García, F. y Calero, C. An Ontology for Software Measurement. 15<sup>th</sup> International Conference on Software Engineering and Knowledge Engineering (SEKE'2003). Redwood (USA). 1-3 Julio (2003).
6. ISO/IEC: ISO IEC 15504 TR2:1998, part 2: A reference model for processes and process capability, (1998)

7. ISO IEC 15939, Information Technology – *Software Measurement Process*, Committee Draft, December (2000)
8. International Organization for Standardization (ISO). *Quality management systems - Fundamentals and vocabulary*. ISO 9000:2000, (2000). See [http://www.iso.ch/iso/en/iso9000-14000/iso9000/selecion\\_use/iso9000family.html](http://www.iso.ch/iso/en/iso9000-14000/iso9000/selecion_use/iso9000family.html)
9. Meta Object Facility (MOF) Specification; version 1.4. Object Management Group. April (2002). In <http://www.omg.org/technology/documents/formal/mof.htm>
10. Morisio, M. (1995). A methodology to measure the software process. In *Proceedings of the 7th Annual Oregon Workshop on Software Metrics*, Silver Falls.
11. OMG XML Metadata Interchange (XMI) Specification; version 1.2. Object Management Group. January (2002). In <http://www.omg.org/technology/documents/formal/xmi.htm>
12. Ruiz, F., Piattini, M., García, F. and Polo, M. An XMI-based Repository for Software Process Metamodeling. *Proceedings of 4th International Conference on Product Focused Software Process Improvement (PROFES'2002)*. Lecture Notes in Computer Science (LNCS 2559), Markku Oivo, Seija Komi-Sirviö (Eds.). Springer. Rovaniemi (Finland). December (2002), 546-558
13. Satpathy, M. and Harrison, R. (2002). A Typed Generic Process Model for Product Focused Process Improvement. *Proceedings of the 26th Annual International Computer Software and Applications Conference (COMPSAC'02)*. IEEE.
14. Software Engineering Institute (SEI). *The Capability Maturity Model: Guidelines for Improving the Software Process*, (1995). In <http://www.sei.cmu.edu/cmm/cmm.html>
15. Software Engineering Institute (SEI). *Capability Maturity Model Integration (CMMI<sup>SM</sup>)*, version 1.1. March (2002). In <http://www.sei.cmu.edu/cmmi/cmmi.html>
16. *Software Process Engineering Metamodel Specification; adopted specification*, version 1.0. Object Management Group. November (2002). Disponible en <http://cgi.omg.org/cgi-bin/doc?ptc/02-05-03>