



ARMONIZACIÓN DE MODELOS DE CALIDAD DEL SOFTWARE

GABRIEL ALBERTO GARCÍA MIRELES,
FÉLIX ÓSCAR GARCÍA RUBIO

La tendencia actual entre las organizaciones que desarrollan software es la adopción de más de un modelo de calidad para estar en condiciones de competir en diversos sectores del mercado. En esa situación, las organizaciones se enfrentan al problema de coordinar la implantación de múltiples modelos de tal manera que cada modelo logre los beneficios esperados, y al mismo tiempo, que los costos y esfuerzo de implantación sean mínimos. Como respuesta a este problema, surge la armonización de modelos de calidad del software. Actualmente los estudios se centran en la composición de modelos de calidad que abordan prácticas del proceso de desarrollo de software. Sin embargo, las organizaciones también deberían considerar la perspectiva de la calidad del producto. En este artículo, se presenta un avance de la investigación en la armonización de modelos de calidad que toma en cuenta ambas perspectivas, proceso y producto. Se describe la técnica que se propuso para realizar comparaciones de bajo nivel en este contexto. La técnica se aplica en los modelos CMMI-DEV, ISO 12207 e ISO 25010 y, como resultado, se encuentra que los modelos que abordan la perspectiva de proceso contienen prácticas, que corresponden a las etapas de análisis y diseño de software, en donde se debería prestar más atención a la calidad del producto de software.

M.C. GABRIEL ALBERTO GARCÍA MIRELES
Universidad de Sonora, Departamento de Matemáticas
Correo: mireles@gauss.mat.uson.mx

DR. FÉLIX ÓSCAR GARCÍA RUBIO
Universidad de Castilla-La Mancha, Instituto de Tecnologías y Sistemas de Información
Correo: felix.garcia@uclm.es

*Autor para correspondencia: Gabriel Alberto García Mireles
Correo electrónico: mireles@gauss.mat.uson.mx
Recibido: 12 de marzo de 2013
Aceptado: 21 de mayo de 2013
ISSN: 2007-4530





INTRODUCCIÓN

Las organizaciones que desarrollan software deberían considerar en sus estrategias de crecimiento las necesidades del mercado para ser competitivas. Las necesidades de los clientes y de los usuarios pueden incidir en mejorar la calidad del software, liberar la versión del software en menor tiempo, o que el software se elabore dentro de los límites del presupuesto acordado. Una aproximación a la satisfacción de dichas necesidades se lograría a través de la evaluación del proceso empleado para desarrollar el software, y tras los resultados del diagnóstico, planear una iniciativa de mejora.

Desde los años noventa del siglo XX, han estado surgiendo diversos modelos de calidad en los cuales se recopilan prácticas que los expertos consideran esenciales y que pueden contribuir a incrementar la calidad del software. Dichos modelos se fundamentan en los principios de la gestión de la calidad total (TQM, por sus siglas en inglés) en donde el enfoque hacia la calidad cubre todas las áreas de la organización, desde los niveles directivos hasta los ingenieros individuales y en donde todas las actividades que se realizan en el ciclo de vida del software tienen impacto en la calidad final obtenida. Estos modelos de calidad se basan en la convicción de que el proceso usado para desarrollar el producto de software influye en la calidad del producto y que un buen indicador de la calidad del producto se puede obtener si se conocen las prácticas o actividades que la organización lleva a cabo (1).

Los modelos de calidad pueden presentarse en diferentes modalidades y con distintos requisitos de conformidad. Los modelos de calidad usados en procesos de evaluación o certificación son prescriptivos, es decir, establecen las prácticas o requisitos del proceso que tienen que ser adoptados en una organización o proyecto

concreto. Algunos ejemplos de éstos son los estándares y los modelos de madurez. En el primer caso, los estándares contienen las prácticas recomendadas, enunciadas como requisitos, que deben ser implantadas en el proceso de desarrollo de software. Estos requisitos pudieran servir de base para establecer contratos entre un cliente y un proveedor. Modelos de calidad representativos de este grupo son el ISO 9000 o el ISO 12207.

Los modelos de madurez, por su parte, presentan un mapa de ruta con el cual una organización puede determinar el grado en el cual su proceso de desarrollo es efectivo para lograr las metas del negocio, introducir innovaciones tecnológicas y usar los recursos limitados de la empresa eficientemente. Generalmente tienen de 5 a 6 niveles de capacidad, y a partir de una evaluación, se determina el nivel que le corresponde a la empresa evaluada. Capacidad se refiere al grado en el cual el proceso de desarrollo de software se puede categorizar en distintos niveles, según se gestiona, define, administra cuantitativamente y optimiza. Modelos como CMMI e ISO15504 pertenecen a esta categoría.

No obstante en los últimos años se asiste a una gran proliferación de modelos de calidad, lo que requiere que expertos analicen sus características para entender sus similitudes y diferencias y tener la capacidad de recomendar el más apropiado para una empresa particular. Así, en la revisión realizada en (2), los autores han encontrado más de 315 estándares, guías y otros documentos prescriptivos que son mantenidos por 46 organizaciones diferentes. Otra experta analiza el tipo de dependencia que existe entre los modelos de calidad y para ello usa más de 35 modelos. Todos están enfocados en mejorar la calidad del software pero con distintos matices, según las organizaciones que los crearon y el dominio de aplicación destino. Sin embargo, tal cantidad de modelos complica la

toma de decisiones respecto del modelo de calidad más conveniente, y una mala decisión puede resultar en altos costos y esfuerzo. En el caso de los modelos de madurez, el esfuerzo de implantación puede llevar años para pasar de un nivel de capacidad a otro. Además cada modelo tiene un vocabulario, semántica, estructura y nivel de detalle distintos y con requisitos de evaluación diferentes.

De hecho, la tendencia vigente es que las organizaciones, para acceder a distintos mercados, implanten simultáneamente distintos modelos de calidad (Figura 1). Esto hace que surja el problema de la implantación de múltiples modelos. En este estado, aunque se pretenden lograr los beneficios esperados al implantar cada modelo, la organización debería ser consciente de las limitaciones de recursos, tanto humanos como financieros, para emprender una iniciativa de esta naturaleza y de los conflictos en la coordinación entre múltiples modelos de calidad. Entonces, ¿Qué se puede hacer para lograr los beneficios que señalan los modelos y al mismo tiempo, reducir los costos de implantación y evaluación?, ¿Cómo afrontar los cambios que se dan en los estándares como resultado de su evolución inherente?, ¿Cómo mantener la alineación con los procesos implantados en la organización?, y ¿Cómo se pueden reutilizar los productos generados y la experiencia obtenida de la implantación de un modelo para reducir costos en la implantación de uno nuevo?



Figura 1. Modelos de calidad más comunes que las organizaciones toman en cuenta para implantarlos.

EL ENFOQUE DE LA ARMONIZACIÓN

El marco de armonización surge como un enfoque para abordar la implantación simultánea de modelos de calidad. En este marco, se reconoce que las empresas abordan distintos estándares de calidad con la intención de satisfacer las metas del negocio. Por tanto, la empresa debe escogerlo de acuerdo a sus metas a largo plazo. Así,

algunos expertos en el área (3) elaboraron un modelo de evaluación estratégica para alinear las metas de la compañía con los objetivos que persigue cada una de los modelos de calidad. Además, el marco considera que la introducción de nuevos modelos de calidad se realice coordinadamente con los modelos implantados con anterioridad. Otros aspectos fundamentales, considerados en el marco de la armonización, están relacionados con la selección de la tecnología y composición de la misma, así como el soporte a la evaluación y despliegue de las tecnologías. Una de las áreas que recientemente se está investigando es la composición de modelos, con especial atención a la comparación de modelos (4).

La comparación de modelos se puede dar en un nivel alto de abstracción y en uno bajo. En el nivel alto se consideran las características de los modelos, su estructura, criterios de evaluación, objetivos y dominio. Con esos elementos se construyen taxonomías (o clasificaciones) de modelos de calidad con las cuales las organizaciones pueden identificar los modelos de calidad más apropiados a sus metas de negocio.

Las comparaciones en un nivel de abstracción bajo o *mapping*, considera de cada modelo: metas, vocabulario, estructura, nivel de detalle de los elementos del modelo y requisitos de evaluación. Con base en esta información se determina el nivel de la estructura del modelo en el cual se debe hacer la comparación. Cuando una organización elige otro modelo de calidad para incorporarlo, es recomendable que conozca el efecto que tendrá sobre los modelos de calidad previamente implantados. Una manera de conocer el impacto es a través del *mapping* entre modelos al nivel que resulte adecuado para propósitos de certificación/evaluación. Es en esta área en la que se concentra mucho del trabajo de la armonización. Por ejemplo, se tiene el marco de armonización, y diferentes comparaciones entre estándares. Los modelos más evaluados son el CMMI, ISO 9001, ISO15504, ISO12207 (5).

En el estado actual del avance de las investigaciones, la armonización se ha enfocado en la composición de modelos de calidad que abordan prácticas que deben implantarse. Es decir, la perspectiva de procesos en los trabajos de armonización es la dominante. Muchos de los estudios han considerado los modelos ISO9001, CMM, CMMI, ISO15504, SCAMPI y SPICE (5).

Sin embargo, también es de gran importancia abordar la calidad de proceso teniendo en cuenta las características de calidad de producto y por tanto abordando de forma armonizada ambas perspectivas.

PROPUESTA PARA LA ARMONIZACIÓN ENTRE ENFOQUES DE CALIDAD ORIENTADOS AL PRODUCTO Y AL PROCESO

Como se mencionó en los primeros párrafos, una de los principios que subyacen en los modelos de calidad es la convicción de que la calidad del software depende del proceso empleado para desarrollarlo. Dentro del campo

de la ingeniería del software, se reconoce también la perspectiva de calidad orientada al producto (6). En esta se consideran las características de calidad que debe tener el software, tales como usabilidad, fiabilidad, rendimiento o seguridad. Esas características de calidad se han presentado en los modelos de McCall, ISO 9126, y el ISO 25010, entre otros.



La mayoría de los modelos de calidad orientados al producto de software tienen una estructura jerárquica. Las categorías de calidad contienen subcategorías y éstas pueden estar asociadas tanto a propiedades identificables en los productos de software como a las opiniones y juicios de los usuarios. El modelo de calidad propuesto en ISO 25010 (7) identifica las siguientes características: funcionalidad, seguridad, usabilidad, mantenibilidad, portabilidad, rendimiento, compatibilidad y fiabilidad. En cada una de ellas se incluyen varias subcaracterísticas. Además, el modelo ISO 25010 considera que el software puede ser estudiado en dos etapas diferentes del ciclo de vida: desarrollo y operación. Durante el desarrollo se pueden especificar y evaluar las propiedades estáticas y dinámicas del software y, en la etapa de operación, se evalúa la calidad en uso del software cuando éste interacciona con los usuarios finales y otros sistemas del contexto de operación. Este modelo se puede usar para especificar y validar que los requisitos de calidad relevantes para los distintos usuarios hayan sido considerados en el proyecto.

Aunque la relevancia de esta perspectiva de calidad del producto es notoria, poco trabajo se ha realizado desde la perspectiva de la armonización. De hecho, la mayoría de los trabajos se enfocan en proponer la combinación de modelos orientados al proceso (5). Se sabe que el objetivo principal de los modelos de calidad orientados al proceso incluye prácticas que la organización debe implementar. Por su parte, los modelos de calidad orientados al producto tienen una visión de las características del software relevantes para los usuarios de dicho producto. Además, algunos han considerado que proceso y producto son dos dimensiones distintas.

Algunos investigadores han tratado ese problema empleando *mapping* para identificar los procesos que

enuncian atributos de calidad y con ellos construyen árboles de decisión para recomendar modelos de calidad orientados al proceso. En nuestra investigación, estamos considerando la perspectiva de la armonización entre estándares de calidad de producto y de proceso para encontrar puntos de enlace (8). Dichos puntos de enlace son tareas (o actividades) que aparecen en los modelos de calidad enfocados en el proceso y que enuncian algún atributo o característica de calidad del producto o término relacionado (como requisito no funcional o requisito de calidad). Para realizar esta comparación, se toma como modelo base el modelo de proceso. Sobre éste se buscan los términos asociados al modelo de calidad de producto que nos interesa. La propuesta de *mapping* que se presenta puede identificar el nivel de la estructura en el cual se consideran las características de calidad. Esto último es relevante para establecer los requisitos de conformidad cuando se solicite la evaluación de los modelos de calidad implementados.

El método que se propone incluye una actividad de análisis de los modelos en los cuales se identifican las metas, estructura y requisitos de los modelos de calidad que nos interesan. En la actividad de diseño del *mapping* se elabora el procedimiento de comparación de bajo nivel, según la estructura de los niveles y los requisitos que establece cada modelo. Tras definir el diseño, se efectúa el *mapping* en donde se extrae de cada modelo los enunciados relevantes que se han considerado como puntos de enlace. Finalmente, se evalúan los resultados para realizar el informe correspondiente.

APLICACIÓN DEL MÉTODO DE ARMONIZACIÓN PROPUESTO

Para mostrar cómo se pueden combinar modelos de calidad orientados al producto y proceso, realizamos dos ejercicios de *mapping* de bajo nivel entre los modelos de calidad. El primero de ellos fue entre el modelo de madurez de capacidades integrado (CMMI-DEV1.3) (9) y el ISO 25010 (7). El segundo incluye a los procesos de técnicos del ciclo de vida del software del ISO12207:2007 (10) contra el ISO25010 (7). Tanto el CMMI-DEV e ISO12207 corresponden a la categoría de modelos de calidad orientados al proceso y sólo consideramos los procesos principales para el desarrollo de software. De los modelos de calidad propuestos en ISO 25010, tomamos el modelo de calidad de producto de software y consideramos todas las características y subcaracterísticas del mismo.

En este análisis buscamos elementos en los modelos que abordaran las características de calidad. Por ejemplo, la tabla 1 muestra un extracto de los enunciados que encontramos en los modelos. En la parte superior se señala un ejemplo del CMMI-DEV; mientras que en la parte inferior se muestra un ejemplo del ISO 12207. En ambos casos, se señala la localización según la estructura del modelo y cómo fue calificada su importancia respecto de lo que el modelo de procesos considera importante. El extracto

de CMMI-DEV se califica como relevancia baja porque el elemento que lo contiene es una nota informativa y estos elementos sólo describen cómo podría implementarse la práctica, mas no son obligatorios. En el caso del extracto del ISO 12207, al ser un requisito, es un elemento de alta relevancia que la organización que decida usar ISO 12207 deberá también incluir en su proceso de desarrollo prácticas para garantizar que las características de calidad sean abordadas adecuadamente en el proyecto.

En la tabla 2 se muestran los diferentes enunciados que encontramos según la estructura del CMMI-DEV. Como se observa, la mayoría de las referencias a atributos de calidad tiene una relevancia baja, pues se encuentran enunciados en subprácticas, elementos informativos y ejemplos. Sólo encontramos una referencia a características de calidad en una práctica específica del área de proceso de desarrollo de requisitos. En el nivel de metas no hay mención explícita a características de calidad del producto. Además, se puede observar que la mayoría de los puntos de enlace identificados en las áreas de proceso denominadas desarrollo de requisitos y solución técnica corresponde a prácticas que deben realizarse durante la identificación de requisitos, análisis de requisitos y el diseño de la arquitectura del software. Pocos puntos de enlace se identifican en las áreas restantes (validación, verificación e integración del producto). En el caso del ejercicio con ISO 12207 también encontramos que los puntos de enlace se concentran en los procesos de definición de requisitos, análisis de requisitos y diseño arquitectónico del sistema.

Tabla 1. Extracto de los puntos de enlace identificados en los modelos de calidad enfocados en los procesos.

Modelo	Elemento	Descripción	Relevancia
CMMI-DEV	Nota informativa de la práctica SP1.3 del área de proceso Integración del producto	Los criterios pueden ser definidos por el comportamiento del rendimiento (funcionalidad y atributos de calidad)	Baja
ISO12207	Requisito 6.4.2.3.1.1	La especificación de requisitos debe describir: ... requisitos de usuario, seguridad, ingeniería de factores humanos, requisitos de interfaz, operaciones, y mantenimiento	Alta

Tabla 2. Punto de enlace en CMMI-DEV.

Área de proceso	Relevancia alta	Relevancia media	Relevancia baja
Validación (VAL)	0	0	1
Verificación (VER)	0	0	1
Integración del producto (PI)	0	0	4
Solución técnica (TS)	0	0	18
Desarrollo de requisitos (RD)	0	1	22





Es importante recordar que los modelos de calidad orientados al proceso incluyen prácticas para que la organización elija los métodos adecuados para el tipo de software que desarrolla. Por otra parte, los estándares generalmente contienen los requisitos mínimos que se esperarían en el desarrollo de software. Bajo este contexto, la identificación de puntos de enlace es una primera aproximación al problema de mejorar la calidad del software combinando ambas perspectivas. Por una parte, se requiere investigar con mayor profundidad qué prácticas son relevantes para incrementar las características de calidad que los usuarios buscan en un producto de software particular. Además, se debe estudiar cómo se pueden alinear estos modelos de calidad con la práctica real del desarrollo de software.

CONCLUSIONES

En este artículo se ha presentado brevemente el área de armonización de modelos de calidad. Dado que en la armonización se pretende introducir de manera coordinada nuevos modelos de calidad, las organizaciones que deben satisfacer los requisitos de conformidad de distintos modelos podrían beneficiarse de los métodos y técnicas que existen, y que se están desarrollando. Con base en esta sugerencia, las empresas pueden optimizar el uso de recursos y lograr los beneficios esperados que cada modelo de calidad señala. Además, el proyecto de investigación que se está realizando busca combinar las dos perspectivas de calidad, producto y proceso, a través de enfoques de armonización. Estos resultados iniciales permiten identificar áreas que necesitan soporte metodológico para emprender una iniciativa de mejora integral de la calidad del software.

BIBLIOGRAFÍA

- 1) Fuggetta, A. (2000). Software process: a roadmap (Eds.). Proceedings of the Conference on The Future of Software Engineering. pp. 25-34. ACM, Limerick, Ireland.
- 2) Moore, J.W. (1999). Integrated collection of software engineering standards. IEEE Software. 16(6), 51-57.
- 3) Kirwan, P., Sivi, J., Marino, L. and Morley, J. (2008). Improvement Technology Classification and Composition in Multimodel Environments. Software Engineering Institute, Carnegie Mellon.
- 4) Pardo, C., C.J., Pino, F.J., García, F., Baldassarre, M.T., Piattini, M. (2013). From chaos to the systematic harmonization of multiple reference models: A harmonization framework applied in two case studies. Journal of Systems and Software. 86(1), 125-143.
- 5) Pardo, C., C.J., Pino, F.J., García, F., Piattini, M., Baldassarre, M.T. (2010). A systematic review on the harmonization of reference models. In Proceedings of the 13th International Conference on Evaluation of Novel Approaches to Software Engineering (ENASE 2010), pp. 40-47. Athens, Greece.
- 6) Allen, J., Kitchenham, B. and Konrad, M. (2006). Theme Q. The relationships between processes and product qualities. In E. Forrester (eds.). A Process Research Framework. pp. 19-28. Software Engineering Institute, Carnegie Mellon. En <http://www.sei.cmu.edu/publications/books/process/iprc.html>.
- 7) ISO (2010). ISO/IEC FCD 25010, Systems and software engineering - system and software product quality requirements and evaluation (SQuaRE) - System and software quality models.
- 8) García-Mireles, G., Moraga, M., García, F. and Piattini, M. (2012). Towards the harmonization of process and product oriented software quality approaches. In D. Winkler, R. O'Connor, and R. Messnarz (eds.) Systems, software and services process improvement. 301, pp. 133-144. Springer Berlin Heidelberg. En http://dx.doi.org/10.1007/978-3-642-31199-4_12.
- 9) SEI (2010). CMMI-DEV, V1.3, Improving processes for developing better products and services. Technical report, CMU/SEI-2010-TR-033, ESC-TR-2010-033.
- 10) ISO (2008). ISO/IEC 12207. Systems and software engineering- Software life cycle processes. En <http://www.12207.com>.