



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN LUIS
FACULTAD CIENCIAS FÍSICO MATEMÁTICAS Y NATURALES

Tesis

para optar a la titulación de posgrado correspondiente a la

Maestría en Ingeniería de Software

Definición de Métricas en OCL según el Metamodelo de la OMG aplicadas al Diseño Orientado a Aspectos

Lorena Soledad Baigorria Fernández

Director: Dr. Daniel Riesco

Co director: Mg. Ing. Germán Montejano

**San Luis
2010**

Agradecimientos

A mi esposo e hijos por su apoyo incondicional.

A mis directores por su dedicación.

A mis compañeros de trabajo, en especial a Mg. Ana Garis, Esp. Mario Peralta y Esp. Carlos Salgado por su apoyo y amistad.

*Nada te turbe,
Nada te espante
todo se pasa
Dios no se muda
La paciencia
todo lo alcanza
quien a Dios tiene
nada le falta
Sólo Dios basta.*

Santa Teresa

A.M.D.G.

Índice de Contenidos

| | |
|---|----|
| Índice de Figuras | IV |
| Índice de Tablas | V |
| Capítulo 1 Introducción | 1 |
| 1.1. Introducción | 1 |
| 1.2 Motivación | 3 |
| 1.2.1 Modelado de Sistemas Orientados a Aspectos (OA) | 3 |
| 1.2.2 Realización de Prueba | 4 |
| 1.2.3 Comparación de OA con OO | 5 |
| 1.2.4 Reingeniería OA | 6 |
| 1.2.5 Verificación de modelos OA | 6 |
| 1.3 Objetivos | 8 |
| 1.4 Publicaciones derivadas del presente trabajo de tesis | 8 |
| 1.5 Estructura de Informe | 9 |
| Capítulo 2 Desarrollo de Software Orientado a Aspectos | 11 |
| 2.1 Introducción | 11 |
| 2.2 Separación de concerns | 12 |
| 2.3 Aspectos, puntos de enlace y puntos de corte | 18 |
| 2.4 Ingeniería de software con aspectos | 23 |
| 2.4.1 Ingeniería de requerimientos orientada por concerns | 25 |
| 2.4.2 Análisis orientado a aspectos | 27 |
| 2.4.3 Diseño orientado a aspectos | 28 |
| 2.4.4 Implementación orientada a aspectos | 32 |
| 2.4.5 Prueba orientada a aspectos | 32 |
| Capítulo 3 Métricas de Software | 36 |
| 3.1 Introducción | 36 |
| 3.2 Conceptos básicos de métricas | 36 |
| 3.3 Proceso de creación de métricas | 37 |
| 3.3.1 Modelo Alarcos para la obtención de métricas | 38 |
| 3.4 Objetivos de las Métricas de Software | 40 |
| 3.5 Métricas de software | 41 |
| 3.5.1 Medición del Proceso | 42 |
| 3.5.2 Medición del Proyecto | 43 |
| 3.5.3. Medición del Producto | 45 |
| 3.5.3.1 Métricas de Código fuente | 45 |
| 3.5.3.2 Métricas de Complejidad | 47 |
| 3.5.3.3 Métricas para sistemas OO | 48 |
| 3.6 Herramientas de medición de software | 53 |
| 3.7 Importancia de las métricas en el proceso | 54 |

| | |
|---|-----|
| Capítulo 4 Metamodelo de UML 2.3 | 56 |
| 4.1 Introducción | 56 |
| 4.2 Arquitectura del lenguaje | 56 |
| 4.2.1 Niveles de Modelado | 56 |
| 4.2.2 Infraestructura | 58 |
| 4.2.3 Modelos Estáticos | 61 |
| 4.2.4 Mecanismo de extensión de UML | 65 |
| 4.2.4.1 Ventajas | 66 |
| 4.2.4.2 Elementos | 66 |
| 4.2.5 OCL: Descripción y ventajas de su uso | 68 |
| 4.2.5.1 Tipos básicos | 71 |
| 4.2.5.2 Objetos y propiedades | 71 |
| 4.2.5.3 OCL y el metamodelo UML | 74 |
| 4.2.6 Sintaxis Abstracta de Perfil UML | 74 |
| 4.2.6.1 Notación gráfica | 79 |
| 4.2.6.2 Relación entre paquetes y perfiles | 80 |
| | |
| Capítulo 5 Definición de Métricas para el Diseño Orientado a Aspectos | 82 |
| 5.1 Introducción | 82 |
| 5.2 Extensión de UML 2.3 para sistemas OA | 82 |
| 5.2.1 Participantes | 84 |
| 5.2.3 Restricciones | 86 |
| 5.2.4 Definición del perfil OA en la herramienta Papyrus | 90 |
| 5.2.5 Generación automática de código AspectJ a partir del Perfil OA | 93 |
| 5.3 Definición de Métricas Orientadas a Aspectos en OCL | 95 |
| 5.3.1 Peso de método por Aspecto (PMA) | 96 |
| 5.3.2 Profundidad del árbol de herencia (PAH) | 96 |
| 5.3.3. Número de Hijos (NH) | 97 |
| 5.3.4. Acoplamiento entre Aspectos (AA) | 97 |
| 5.3.5. Dependencia entre Aspectos (DA) | 98 |
| 5.3.6 Dependencia entre Clase-Aspectos (DCA) | 99 |
| 5.3.7 Respuestas por Aspecto (RA) | 99 |
| 5.3.8 Numero de Aspectos (NA) | 99 |
| 5.3.9 Cantidad de operaciones de un aspecto (COA) | 100 |
| 5.3.10 Cantidad de atributos de un aspecto (CAA) | 101 |
| 5.3.11 Cantidad total de operaciones de un aspecto (CTO) | 101 |
| 5.3.12 Cantidad total de atributos de un aspecto (CTA) | 101 |
| 5.3.13 Tamaño de un aspecto (TA) | 102 |
| 5.3.14 Indicación de herencia múltiple (HM) | 102 |
| 5.3.15 Clases Tejidas | 102 |
| 5.4 Aplicación empírica de métricas en un diseño orientado a aspectos | 103 |
| 5.4.1 Pool de conexiones de base de datos OA | 104 |
| 5.4.2 Resultados y análisis de métricas | 105 |
| | |
| Capitulo 6 Conclusiones y Trabajos Futuros | 110 |

| | |
|-------------------------------------|-----|
| Referencias | 113 |
| Anexo A Restricciones del Perfil OA | 118 |
| Anexo B Métricas OA en Papyrus | 121 |

Índice de Figuras

| | |
|---|-----|
| Figura 2.1 Crosscutting Concerns | 15 |
| Figura 2.2 Código mezclado de la administración de un buffer compartido | 16 |
| Figura 2.3 Código diseminado en los métodos para implementar concerns secundarios | 17 |
| Figura 2.4 Aspecto autenticación de usuario | 20 |
| Figura 2.5 Tejido de aspectos | 22 |
| Figura 2.6 Núcleo del sistema con extensiones | 24 |
| Figura 2.7 Enfoque orientado por punto de vista | 26 |
| Figura 2.8 Casos de uso del sistema de administración de ambulancias | 28 |
| Figura 2.9 Extensión de un Caso de Uso | 28 |
| Figura 2.10 Proceso genérico de diseño orientado a aspectos | 30 |
| Figura 2.11 Modelo de Diseño Orientado a Aspectos | 31 |
| Figura 2.12 Modelo parcial de un aspecto | 31 |
| Figura 3.1: Método Alarcos para la Definición de Métricas de Software | 39 |
| Figura 3.2: Tipos de Entidades de Medición del Software | 42 |
| Figura 4.1- Ejemplo de la jerarquía de metamodelos | 58 |
| Figura 4.2 - Infraestructura UML | 59 |
| Figura 4.3 Reutilización de “Core” | 59 |
| Figura 4.4 Núcleo | 60 |
| Figura 4.5 Class Diagrams | 63 |
| Figura 4.6 Dependencies | 65 |
| Figura 4.7 Perfil EJB | 68 |
| Figura 4.8 Uso de operador “oclAsType()” | 73 |
| Figura 4.9 Elementos definidos en el paquete Profile | 75 |
| Figura 4.10 Ejemplo de aplicación de perfiles a un paquete | 78 |
| Figura 4.11 Ejemplo de definición de un estereotipo | 79 |
| Figura 4.12 Instancia de especificación de un estereotipo | 79 |
| Figura 4.13 Ejemplo de relación de perfiles con paquetes | 81 |
| Figura 5.1 Paquete Profiles de UML 2.3 | 83 |
| Figura 5.2 Definición de Perfil para Orientación de Aspectos | 85 |
| Figura 5.3 (a) Metamodelo UML 2.3 (Class Diagrams) | 89 |
| Figura 5.3 (b) Metamodelo UML 2.3 (Dependencies) | 89 |
| Figura 5.4 Perfil OA en la Herramienta Papyrus | 91 |
| Figura 5.5. Modelado de sistema | 92 |
| Figura 5.6. Modelo que contiene un aspecto aislado (SaludoJapones) | 93 |
| Figura 5.7 Transformaciones desde Perfil OA hasta código AspectJ | 94 |
| Figura 5.8 Pool de conexiones de BD utilizando OA | 104 |
| Figura 5.9 RA | 105 |
| Figura 5.10 CAA | 106 |
| Figura 5.11 DA | 108 |
| Figura 5.12 ECT | 109 |

Índice de Tablas

| | |
|---|----|
| Tabla 3.1 Métricas MOOD aplicables a la fase de diseño | 49 |
| Tabla 3.2 Métricas de Lorenz y Kidd | 51 |
| Tabla 3.3 Métricas para complejidad estructural de diagramas de clase UML | 52 |
| Tabla 4.1 Tipos básicos | 71 |
| Tabla 4.2 Operaciones predefinidas | 71 |
| Tabla 4.3 Notación gráfica de vínculos | 80 |
| Tabla 4.4 Notación gráfica de estereotipos, metaclasses y perfiles | 80 |