

# Model driven Engineering en Cloud Computing. Mapeo sistemático de la literatura

Néstor Valdez, Monica Fatecha

Facultad de Ciencias y Tecnología, Universidad Católica Nuestra Señora de la  
Asunción

**Abstract.** Model-Driven Engineering (MDD) y Cloud Computing son dos ramas de la informática que combinadas ofrecen una serie de servicios. El objetivo de ese documento es presentar el estado del arte de estos dos conceptos de forma conjunta por medio de un SMS o Systematic Mapping Study.

## 1 Introducción

Cloud Computing es un modelo generalizado para compartir recursos informáticos mediante el alojamiento de aplicaciones de software en una red de servidores remotos compartidos entre múltiples clientes. Esta es una área atractiva para la Ingeniería dirigida por modelos. Existen dos formas en que estos dos conceptos pueden relacionarse, una de ellas es MDE para la nube, donde las tecnologías MDE se utilizan para desarrollar aplicaciones en la nube, y la otra consiste en ofrecer tecnologías de modelado como un servicio (también denominado Modeling As a Service o MaaS).

El siguiente documento pretende presentar un mapeo sistemático de la literatura sobre el tema ya mencionado, para ello se ha dividido en etapas donde se mostrará el enfoque elegido para realizar el mapeo, y se plantearán una serie de preguntas que más adelante serán respondidas en detalle

## 2 Planeamiento del SMS

En este apartado se muestran todas las tareas realizadas para la planificación. Se toma como base las guías propuestas por Kitchenham[1], pero se toma en cuenta que las guías están más bien basadas en una SLR.

### 2.1 Identificar la necesidad de la revisión

Se han buscado mapeos sistemáticos en el contexto de la ingeniería dirigida por modelos (MDE) y Cloud Computing, no obteniendo resultados, siendo esta una de las razones que nos lleva a realizar un SMS sobre el tema en cuestión.

El objetivo de este SMS es no sólo presentar trabajos existentes, sino también mostrar la proyección que tendrá MDE con Cloud computing en el futuro.

## 2.2 Formular las preguntas de investigación

Las preguntas de investigación y las motivaciones de las mismas, están definidas en la Tabla 1.

## 2.3 Antecedentes

La ingeniería dirigida por modelos (MDE) se está convirtiendo en el software dominante para especificar, desarrollar y mantener software. En MDE, los modelos son los protagonistas principales en el proceso de ingeniería y son usados en varios niveles implementations. Al mismo tiempo, Software as a Service (Saas), está ganando popularidad como una forma estándar para el diseño e implementación de aplicaciones de software.

| Tabla 1   |  |
|---|--|
| Pregunta  | Motivación   |
| P1. Actualmente qué aportes brinda MDE a Cloud Computing?                         | Investigar cuales son los estudios o investigaciones presentes en la actualidad, analizar e identificar si se pueden extender dichas investigaciones |
| P2. Qué iniciativas se están tomando?   | Evaluar MasS. Su viabilidad y permanencia en el tiempo   |
| P3. Qué proyección tiene la iniciativa Modeling As a Service?                     | Identificar cómo puede mejorar la nube con esta implementación y estudiar esas mejoras   |
| P4. Cómo las técnicas de MDE pueden aportar mejor performance en Cloud Computing? | Evaluar los factores que podrían afectar en la economía de la nube al implementar MDE  |
| P5. Cómo MDE puede afectar a la nube desde un punto de vista económico?           | Realizar una investigación de cuáles son los beneficios que puede ofrecer MDE en la nube, en este caso sí se pueden generar nuevas formas de negocio |

## 2.4 Estrategia de Búsqueda

Realizar la búsqueda automática en el periodo comprendido entre 2009 y 2016 y en las siguientes fuentes: IEEE XPLORE en el área de computing and processing, SCOPUS en el área de Computer Science, Web of Science.

La selección realizada sobre los términos principales, sinónimos, palabras alternativas o términos relacionados con los términos principales se presentan en la Tabla 2. Buscamos publicaciones en inglés ya que es el idioma universal en el campo de la investigación.

| Tabla 2              |  |
|----------------------|--|
| Terminos principales | Terminos alternativos  |
| MDE                  | mde OR Model Driven Engineering OR model driven OR model driven OR model as a service OR modeling as a service OR mass |
| Implementation       | implementation OR implement OR implementing OR with OR aplicacion OR use OR utilization                                |
| Cloud Computing      | cloud computing OR cloud OR cloud c  |

La cadena de búsqueda definida a partir de la Tabla 2 es la siguiente:

”( mde OR Model Driven Engineering OR model driven OR model driven OR model as a service OR modeling as a service OR mass)AND( implementation OR implement OR implementing OR with OR aplicacion OR use OR utilization)AND( cloud computing OR cloud OR cloud c)”

La cadena de búsqueda se aplicará en las fuentes indicadas, buscando en el título y en el resumen, en caso de que el buscador acepte y si no buscará en el texto completo.

Todas las decisiones tomadas durante la definición de la cadena de búsqueda se tomaron conjuntamente entre los autores.

## 2.5 Criterios de selección de estudios

Se incluirán en inglés los artículos que se refieran a la implementación del cloud computing con MDE y publicados entre 2009 y 2016 en revistas y conferencias, congresos o talleres, también se tomarán los términos relevantes que aparezcan en el abstract.

Se excluirán tipos de artículos de debate, o en forma de resumen o de representación, cuya contribución no se relacione con la implementación de MDE con cloud computing y también se excluirán artículos relacionados a la relación de cloud computing con otros modelos o métodos.

## 2.6 Procedimiento para la selección de estudios

Para seleccionar los estudios primarios se aplicarán los criterios de inclusión/exclusión leyendo los artículos de revistas, de conferencia o workshops encontrados. Si tras leer el resumen todavía quedan dudas sobre la inclusión/exclusión de algún artículo se leerá el artículo completo.

La selección de estudios la realizará el primer autor del trabajo y el segundo autor seleccionará un porcentaje no mayor al 40 % de los artículos para verificar si los criterios de inclusión/exclusión se aplicaron correctamente.

## 2.7 Lista de comprobación y procedimiento para la evaluación de la calidad de los estudios

Como criterio para considerar artículos de cierta calidad, se consideró seleccionar estudios en conferencias, congresos o talleres de prestigio con revisión de pares.

## 2.8 Estrategia para extracción de los datos

Para la extracción de datos, mencionamos dos partes, la primera con los datos de cada estudio: autores, tipo de publicación, etc. Y la segunda parte que contiene las propiedades del esquema definido para clasificar los estudios que se seleccionó.

| Tabla 3                      |   |
|------------------------------|---|
| Dimensiones                  | Categorías  |
| Tipo de aportes futuros      | Aplicación, Seguridad y Performance                         |
| Iniciativas                  | Servicios   |
| Iniciativas en el tema MasS  | Disponibilidad, Escalabilidad, Facilidad, Interoperabilidad |
| Tipo de técnicas             | MasS, SasS  |
| Negocios y impacto económico |   |

## 2.9 Síntesis de los datos extraídos

Se realizará una síntesis cuantitativa considerando el número de artículos en cada dimensión/categoría, mostrando a través de tablas y/o gráficos, para responder a cada pregunta de investigación. También se analizará número de publicaciones por año y tipo de publicación para detectar y justificar tendencias y orientar a futuros investigadores sobre los foros más apropiados en los que se puede buscar información en temas relacionados con MDE con cloud computing.

## 2.10 Realizar la revisión

Este SMS se llevó a cabo en una fase, se localizaron artículos encontrados entre 2010 y 2016. La cronología del proceso para la realización de este SMS se muestra

en la Tabla 4.

| Tabla 3            |                     |  |   |
|--------------------|---------------------|--|---|
| Fecha              | Planificar          | Realizar   | Resultado   |
| 2 de Noviembre     | definición del tema |  | implementación con cloud computing  |
| 7 y 8 de Noviembre |                     | identificación de la literatura relevante                    | lista de los artículos encontrados en cada fuente de búsqueda.(8 artículos) |
| 12 de Noviembre    |                     | selección de estudios primarios leyendo resúmenes            | lista con datos de los artículos seleccionados (5 artículos)                |
| 15 de Noviembre    |                     | selección de estudios y extracción de datos leyendo el texto | lista de la extracción de datos.(4 artículos)                               |

### 2.11 Identificar y seleccionar los estudios primarios

Se encontraron 15 artículos entre los años 2012 y 2016, aplicando la estrategia de búsqueda definida en el protocolo. Debido a la limitación que ofrecen ciertas fuentes de búsqueda, en el caso que no permitieran usar cadenas de búsqueda complejas, se tuvieron que crear cadenas específicas para cada fuente y manipular los resultados de las búsquedas para obtener los mismos resultados que pudieran haber sido obtenidos utilizando la cadena de búsqueda original. La búsqueda se hizo en el título.

Para cada fuente de búsqueda se guardaron: las cadenas de búsqueda, los metadatos de los artículos encontrados y resúmenes.

Después de leer los resúmenes de los artículos y excluir los que no tenían nada que ver con MDE con cloud computing, solo quedaron 10, no había duplicados. A continuación se aplicaron los criterios de inclusión/exclusión a los artículos restantes, leyendo el texto completo. Se excluyeron artículos que se refieren a Cloud Computing y la implementación con otro método.

Como se planificó en el protocolo, la identificación y la selección de estudios primarios lo realizó el primer autor del artículo, y el segundo autor escogió el 40 % de los artículos para la corrección. Las dudas que surgieron durante la selección se resolvieron entre los dos autores.

**Extracción de datos** Primero se comenzó a extraer los metadatos y clasificar los 10 artículos seleccionados, leyendo el texto completo. Para la clasificación se

utilizó el esquema de clasificación presentado en la Tabla 2. Se decidió excluir 2 artículos quedando así 8 estudios primarios.

**Síntesis de los datos** A continuación se presenta la síntesis de la información contenida en el formulario de extracción de datos, con el objetivo de responder a las preguntas de investigación formuladas.

**Tipo de Aportes de MDE con cloud computing en el futuro (P1)**

En 3 artículos seleccionados se habla sobre los aportes en la aplicación de la nube. Se habla sobre la seguridad en la que se puede mejorar con la metodología de MDE.

| Tabla 4                  |        |
|--------------------------|--------|
| Tipo de aporte           | Numero |
| Aplicación               | 3      |
| Seguridad                | 1      |
| Performance              | 1      |
| Aplicacion y performance | 2      |

Lo que mas se habla es en la aplicación de model driven engineering en la nube, las mejoras que tiene este metodo y soluciones a problemas anteriores.

#### Iniciativas (p2)

En los cuatro articulos seleccionados hablan sobre los servicios que puede ofrecer MDE en la nube, un artículo en particular habla sobre como la orientación hacia los servicios está ganando popularidad.

#### Iniciativas en MasS (p3)

Un artículo habla sobre todas las iniciativas aplicativas que se pueden dar con Model as a Service, en la Tabla 5 se mencionan de las iniciati-

| Tabla 5           |   |
|-------------------|---|
| Iniciativas       | Tema  |
| Disponibilidad    | motores de transformación modelo                |
| Escalabilidad     | mejorar modelos de aplicaciones de la vida real |
| Facilidad         | ejecución y evolución                           |
| Interoperabilidad | solución de problemas de herramientas.          |

#### Tipo de tecnicas de MDE con Cloud computing (p4)

## References

1. Guidelines for performing Systematic Literature Reviews in Software Engineering Barbara Kitchenham, und Stuart Charters. EBSE 2007-001. Keele University and Durham University Joint Report, (2007)
2. Combining Model-Driven Engineering and Cloud Computing Hugo Bruneliere, Jordi Cabot and Frédéric Jouault AtlanMod, INRIA RBA Center and EMN 4 rue Alfred Kastler, 44307 Nantes, France
3. Model-Driven Engineering for High Performance and CCloud computing Ileana Ober, Aniruddha Gokhale, James Hill, Jean-Michel Bruell, Michael Felderer, David Lugato, and Akshay Dabholkar
4. MDE Opportunities in Multi-Tenant Cloud Applications Mohammad Abu Matar and Jon Whittle Etisalat British Telecom Innovation Center Khalifa University of Science, Technology and Research Abu Dhabi, United Arab Emirates
5. Multi-Cloud Computing Platform Support With Model-Driven Application Runtime Framework Nacha Chondamrongkul and Punnarumul Temdee School of Information Technology, Mah Fah Luang University Chiang rai, Thailand
6. Model-driven specification of adaptive cloud-based systems Nagel, B., Gerth, C., Yigitbas, E., Christ, F., Engels, G. 1st International Workshop on Model-Driven Engineering for High Performance and CCloud
7. Modelling and comparing cloud computing service level agreements Alkandari, F., Paige, R.F. 1st International Workshop on Model-Driven

Engineering for High Performance and CLOUD Computing, MDHPCL  
2012 - Satellite Event of MODELS 2012

8. An Integrated Meta-model for Cloud Application Security Modelling  
Kyriakos Kritikosa, Philippe Massonet ICS-FORTH, Heraklion, Crete,  
Greece bCETIC, Charleroi, Belgium
9. Towards a Model-Driven Solution to the Vendor Lock-in Problem in  
Cloud Computing Gabriel Costa Silva (PhD Candidate), Louis M. Rose  
and Radu Calinescu (Supervisors) Department of Computer Science,  
University of York
10. Evolution Feature Oriented Model Driven Product Line Engineering  
Approach for Synergistic and Dynamic Service Evolution in Clouds:  
A04BPEL3.0 Proposal Zhe Wang, Kevin Chalmers, Liu Xiaodong School  
of Computing Edinburgh Napier University