



Facultad de Ciencias de la Administración

**Carrera de Ingeniería en Ciencias de la
Computación**

Lenguaje de Modelado Específico de Dominio
Visual (VDSML) de Capacidades de
Autoconsciencia de Sistemas IoT

**Trabajo de titulación previo a la obtención del
grado de Ingeniería en Ciencias de la
Computación**

Autora:

Liliana Marilú Lojano Lojano

Director:

Ing. Lenin Erazo Garzón MSc.

Cuenca – Ecuador

2024

DEDICATORIA

Dedico con todo mi corazón mi tesis a mis padres, pues sin ellos no lo habría logrado gracias al apoyo incondicional y sus consejos, todo lo que hoy soy es gracias a ellos.

AGRADECIMIENTO

Quisiera expresar mi sincero agradecimiento a mi director de tesis Ing. Lenin Erazo por el apoyo y la paciencia, a mi profesora de titulación Ing. María Inés Acosta por la enseñanza, orientación y colaboración que contribuyeron de manera significativa a la realización de esta tesis.

Índice de Contenidos

Dedicatoria	i
Agradecimiento	ii
Índice de Contenidos	iii
Índice de Figuras	v
Resumen y Abstract	vii
1. Introducción	1
1.1 Objetivos	1
2. Marco teórico	2
2.1 Internet de las Cosas	2
2.2 Autoconsciencia computacional	2
2.3 Ingeniería Dirigida por Modelos	3
2.3.1 Metamodelo	3
2.3.2 Lenguaje Específico de Dominio (DSL)	3
3. Estado del arte	4
4. Materiales y métodos	4
4.1 Herramientas de desarrollo	5
4.1.1 Obeo Designer Community Edition	5
4.1.2 Sirius	5
4.2 Metodología	5
5. Lenguaje de Modelado Específico de Dominio Visual (VDSML) Aware-IoT	6
5.1 Metamodelo Aware-IoT	6
5.2 Diseñador gráfico de Aware-IoT	7
6. Evaluación empírica de la solución	8
6.1 Evaluación del escenario de IoT	9
6.2 Diseño del cuasi-experimento	13
6.3 Adaptación del MEM para la evaluación de la solución	14
6.4 Ejecución del cuasi experimento	15
6.5 Resultados y discusión del cuasi experimento	15
7. Conclusiones y recomendaciones	17
8. Bibliografía	18
9. Anexos	20

Índice de Tablas

Tabla 1. Notación grafica del DSL.....	8
Tabla 2. Descripción de los objetos y aspectos de autoconsciencia del estudio de caso.....	9
Tabla 3. Descripción de métricas a utilizar por los métodos de los procesos de autoconsciencia.	10
Tabla 4. Descripción de los criterios de decisión y sus umbrales para evaluar cualitativamente los aspectos de autoconsciencia.	11
Tabla 5. Descripción de recursos de implementación para procesos de autoconsciencia	12
Tabla 6. Descripción de los procesos pre-reflexivos y reflexivos a implementar en el estudio de caso.....	12
Tabla 7. Meta-Pregunta-Métrica para el cuasi experimento	13
Tabla 8. Tabla de percepción	14
Tabla 9. Niveles de significancia sugeridos por Moody (2003).....	16
Tabla 10. Resultado de las variables de percepción	16
Tabla 11. Resultados de las variables de desempeño del usuario.	17

Índice de Figuras

Figura 1. Metodología utilizada en el Trabajo de Titulación	5
Figura 2. Metamodelo Aware-IoT	6
Figura 3. Interfaz de usuario de la herramienta VDSML Aware- IoT	7
Figura 4. Diagrama de cajas de las variables de percepción (PEOU, PU, ITU)	16
Figura 5. Síntesis de los resultados de la solución utilizando el MEM.	17

Índice de Anexos

Anexo 1. Sitio web del cuasi experimento	20
Anexo 2. Cuestionario de percepción sobre el VDSML Aware-IoT	20
Anexo 3. Hoja de trabajo del cuasi experimento.....	23

RESUMEN

Hoy en día, sistemas como Internet de las Cosas (IoT), operan en escenarios dinámicos y complejos, siendo difícil incluir todos los requerimientos durante la etapa de desarrollo. Entonces, incorporar la autoconsciencia computacional a estos sistemas, con el apoyo de la Ingeniería Dirigida por Modelos, surge como una alternativa para mejorar su autonomía y resiliencia ante los cambios del entorno. En este sentido, el presente Trabajo de Titulación, propone un lenguaje de modelados específico de dominio visual (VDSML) para diseñar las capacidades de autoconsciencia de sistemas IoT. Este lenguaje puede modelar gráficamente el dominio, procesos y métodos de autoconsciencia, basados en métricas de calidad, a fin de determinar el estado y evolución del sistema y su entorno. Además, contempla la evaluación empírica del VDSML para comprender la percepción que tiene el usuario sobre su eficiencia, efectividad, facilidad de uso, utilidad e intención de uso futuro.

Palabras clave: Autoconsciencia Computacional, Ingeniería Dirigida por Modelos (MDE), Internet de las Cosas (IoT), Lenguaje Específico de Dominio (DSL), Ingeniería de Software.

ABSTRACT

Nowadays, systems like the Internet of Things (IoT) operate in dynamic and complex scenarios, making it difficult to encompass all requirements during the development stage. Therefore, incorporating computational self-awareness into these systems, supported by Model-Driven Engineering, emerges as an alternative to enhance their autonomy and resilience to environmental changes. In this regard, this graduation thesis proposes a Visual Domain-Specific Modeling Language (VDSML) to design the self-awareness capabilities of IoT systems. This language can graphically model the domain, processes, and methods of self-awareness based on quality metrics to determine the state and evolution of the system and its environment. Additionally, it considers the empirical evaluation of VDSML to understand the user's perception of its efficiency, effectiveness, ease of use, utility, and intention for future use.

Keywords: Computational Self-awareness, Model-Driven Engineering (MDE), Internet of Things (IoT), Domain-Specific Language (DSL), Software Engineering.