

Medición y Evaluación de Calidad de Sistemas Software para Flotas Dinámicas en Ciudades Inteligentes

Giselle Cavallera (+); Carlos Salgado (+); Alberto Fernández Gil (*); Alberto Sánchez (+); Mario Peralta (+)
(+) Departamento de Informática - Facultad de Ciencias Físico-Matemáticas y Naturales - Universidad Nacional de San Luis
Ejército de los Andes 950 – C.P. 5700 – San Luis – Argentina
e-mail: giselle.cavallera@gmail.com, {csalgado, alfanego, mperalta}@unsl.edu.ar

(* Universidad Rey Juan Carlos

(* Grupo de Inteligencia Artificial (GIA). Centro para las Tecnologías Inteligentes de la Información y sus Aplicaciones (CETINIA) – Madrid – España
e-mail: alberto.fernandez@urjc.es

RESUMEN

Dos elementos aparecen como centrales en la mayoría de las descripciones de las ciudades inteligentes: los aspectos de transporte / logística, predominantemente desde el punto de vista de la sostenibilidad; y las nuevas tecnologías para facilitar la organización de actividades de una ciudad inteligente [1].

Los nuevos sistemas de uso compartido de vehículos, llamados flotas dinámicas, son parte de este desafío que plantean las Ciudades Inteligentes [2]. Y ya que el objetivo de los mismos es la mejora de la movilidad humana y la reducción de costos, su análisis y evaluación es de gran utilidad para lograr su optimización.

Por tanto, la obtención de software de alta calidad para la movilidad de los ciudadanos es esencial para impedir consecuencias negativas, ya que los beneficios de las herramientas software se ven opacados cuando el producto tecnológico no cumple con las condiciones de calidad requeridas para su uso.

Se muestra en este trabajo, el avance sobre lo que se ha estado trabajando: el desarrollo de una herramienta que permite automatizar la medición y evaluación de la calidad de aplicaciones web-mobile para este tipo de flotas, basada en un Modelo de Calidad cuyo pilar es la norma de calidad de producto ISO 25000 [3].

Palabras clave: Flotas dinámicas, Medición y Evaluación de calidad software.

CONTEXTO

El presente trabajo se enmarca en el proyecto de investigación: Ingeniería de Software: Conceptos, Prácticas y Herramientas para el desarrollo de Software con Calidad – Facultad de Ciencias Físico-Matemáticas y Naturales, Universidad Nacional de San Luis. Proyecto N° P-031516. Además, se encuentra reconocido por el programa de Incentivos.

La labor se realiza en forma colaborativa con el grupo de investigación de Inteligencia Artificial (GIA), de la Universidad Rey Juan Carlos de Madrid- España. Dicho proyecto es la continuación de diversos proyectos de investigación sobre la gestión de flotas dinámicas y calidad aplicada a sistemas software, a través de los cuales se ha logrado un importante vínculo con la mencionada universidad internacional.

1. INTRODUCCIÓN

El software se ha incrustado profundamente en casi todos los aspectos de nuestras vidas y, como consecuencia, el número de personas que tienen interés en las características y funciones que brinda una aplicación específica ha crecido en forma notable [4].

Adicionalmente, la idea de ciudad inteligente ha presentado nuevos desafíos y requerido nuevas soluciones relacionadas al tráfico y el transporte. Como resultado directo, en los últimos años han surgido este tipo de sistemas que promueven el uso

compartido de vehículos [5]. Los servicios públicos de bicicletas, los sistemas compartidos de autos o bicicletas, o aplicaciones como UBER, proveyendo un servicio de taxi a través de conductores “libres”, tienen el objetivo de mejorar la movilidad humana [6].

El servicio público de bicicletas, por ejemplo, ya está implementado en grandes ciudades alrededor del mundo como París, Barcelona, Londres, Shanghai, Nueva York, entre otras [7]. Una de las plataformas de bicicletas compartidas más grandes del mundo, OFO [8], opera en más de doscientas ciudades y tiene más de doscientos mil usuarios. Esto implica que, los fallos vinculados a la falta de calidad de la aplicación podrían ser muy graves, generando caos en el transporte de las urbes.

Por esta razón, resulta esencial obtener un producto de alta calidad para la movilidad de los ciudadanos. Al agregar valor para el productor y para el usuario de un producto, el software de alta calidad proporciona beneficios a la organización que lo produce y a la comunidad de usuarios finales. Y como contraparte, el software de mala calidad aumenta los riesgos tanto para el desarrollador como para el usuario final [4].

La medición permite ganar comprensión acerca de un proceso y proyecto [4]. Por tanto, se necesitan herramientas eficientes que utilicen métodos efectivos para concretarla. Entonces, para la continuación de la construcción del módulo software en este trabajo se ha elegido la estrategia de Medición y Evaluación (M&E) GOCAME (Goal-Oriented Context-Aware Measurement and Evaluation) [9], con enfoque top-down u orientado a objetivos.

Particularmente, el enfoque top-down en esta estrategia se sigue de la siguiente manera: en primer lugar, se define el propósito de la M&E, a partir de éste se instancia un modelo de calidad adecuado, luego se identifican las métricas e indicadores más apropiadas que se utilizarán en la medición y la evaluación, y finalmente se analiza la información obtenida teniendo en cuenta el propósito inicial de la necesidad de información.

El proceso de M&E integra las siguientes seis actividades principales:

- (A1) Definir los Requerimientos No Funcionales
- (A2) Diseñar la Medición
- (A3) Implementar la Medición
- (A4) Diseñar la Evaluación
- (A5) Implementar la Evaluación
- (A6) Analizar y Recomendar

Cabe mencionar que GOCAME, además de seguir un enfoque orientado a objetivos, también tiene en cuenta el contexto en el cual se produce la Medición y Evaluación, con el fin de proporcionar información más precisa para la toma de decisiones, que es lo que se busca al medir la calidad de un producto.

2. LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN, DESARROLLO E INNOVACIÓN

En base a lo explicado anteriormente, en esta línea de investigación se viene trabajando en el desarrollo de una herramienta software que permite la recolección de datos desde una aplicación de bicicletas compartidas llamada Ecobike [10], desarrollada en un trabajo de fin de grado de alumnos en Ingeniería Informática de la Universidad Rey Juan Carlos, Madrid.

Siguiendo la estrategia de M&E elegida, a partir de las necesidades y objetivos de la aplicación, la primera actividad consiste en Definir los Requerimientos No Funcionales, lo cual incluye especificar el propósito, el foco y los atributos de la evaluación, entre otros aspectos. En este caso, la entidad concreta de estudio sobre la que se está trabajando es la aplicación de bicicletas compartidas, Ecobike [10], y el Modelo de Calidad seleccionado es un modelo específicamente desarrollado para la M&E de esta aplicación, un modelo mixto basado en la norma ISO 25000 [3].

El Diseño de la Medición, es decir, la identificación de las métricas que se utilizan para cuantificar los atributos, también se toman del modelo definido. Sólo se asigna una métrica para cada atributo del árbol de requerimientos [11].

Para la Implementación de la Medición, la herramienta provee la interfaz adecuada que permite el ingreso de los datos para realizar el cálculo de los valores finales.

Es necesario el Diseño de la Evaluación porque se necesita definir una transformación a partir del valor medido que produzca un nuevo valor numérico o categórico. Esta transformación está dada por un Indicador Elemental [12]. Asimismo, existen Indicadores Derivados, los cuales permiten interpretar los requerimientos de mayor nivel de abstracción, es decir, los conceptos calculables.

Bajo estas consideraciones, se define, para cada atributo y concepto calculable del árbol de requerimientos, un indicador que lo evaluará. Es decir, se define cómo se van a interpretar los valores de los atributos, para luego obtener el grado de satisfacción brindado por cada uno de los requerimientos de mayor nivel de abstracción.

Al definir un indicador derivado se debe indicar el modelo global (función o algoritmo) mediante el cual se calculará el nivel de satisfacción de los diferentes conceptos calculables del modelo de calidad.

Para el caso de estudio de Ecobike [10], se optó por utilizar el mismo modelo global para todos los indicadores. Particularmente, se escogió un modelo cuantitativo basado en el método LSP [13].

El método LSP se basa en la siguiente fórmula o función:

$$ID(r) = (P1 * I1r + P2 * I2r + \dots + Pm * Imr)1/r$$

donde:

ID representa el valor del Indicador Derivado a calcular

Ii son los valores de los Indicadores del nivel inferior,

$$0 \leq Ii \leq 100$$

Pi representan pesos o ponderación,

$$(P1 + P2 + \dots + Pm) = 1; Pi > 0; i = 1 \dots m$$

r es un coeficiente conjuntivo/disyuntivo,

$$-\infty \leq r \leq +\infty$$

De acuerdo a esta función, se observa que existen dos parámetros a ser fijados: los pesos (Pi) y el coeficiente del bloque de agregación (r).

Para los pesos, la herramienta software permite asignar diferentes valores de importancia a cada atributo dentro de cada subconcepto, y, del mismo modo, a cada subconcepto que conforman el concepto calculable Calidad de Producto.

Los distintos valores de r, dependiente del tipo de operador y la cantidad de entradas, ya se encuentran tabulados en el modelo LSP [13].

En el caso de estudio, a nivel de subconceptos, el operador lógico empleado es C-, un operador para modelar una relación de cuasi-conjunción débil.

Al Implementar la Evaluación se obtienen los valores de los distintos indicadores asociados a cada uno de los elementos del árbol de requerimientos. Se puede conocer el grado de satisfacción proporcionado por los diferentes conceptos calculables y atributos de Ecobike.

Finalmente, se realiza la actividad Analizar y Recomendar. Teniendo en cuenta la necesidad de información o el problema que se desea atender, esta actividad permite realizar un análisis de las medidas y valores de indicadores obtenidos y recomendar acciones a seguir.

La herramienta en desarrollo está definida por los requerimientos que se detallan a continuación:

Medir la Calidad de Producto de una aplicación de movilidad para Smart City a partir del Modelo de Calidad.

- Calcular las métricas de cada atributo.
- Permitir detallar el peso de cada atributo.
- Calcular los indicadores elementales.
- Calcular los indicadores derivados.
- Interpretar los datos y generar reportes.

En base al análisis de estos requerimientos, se construyeron el diagrama de clases y el de casos de usos para su implementación posterior.

Con base en las actividades Diseñar la Medición y Diseñar la Evaluación, se definieron los elementos de interfaz para cada métrica e indicador.

Cada atributo del árbol de requerimientos definido por el Modelo de Calidad, queda

determinado por una pestaña que contiene los elementos de interfaz para cargar los datos que requieren las métricas. El cálculo de las mismas, de Indicadores Elementales y Derivados es automático.

Al finalizar con el cálculo de todas las métricas e indicadores elementales, se calculan los indicadores derivador y el indicador de calidad del producto y también se genera el reporte de análisis con los resultados obtenidos.

La aplicación Ecobike tiene definidos servicios REST (servicios que cumplen con la arquitectura Representational State Transfer) que pueden ser consultados por terceros. Mediante herramientas que permiten conectarse a estos servicios, se obtienen los datos necesarios para hacer la medición de algunas de las métricas (por ejemplo: Tiempo de respuesta, para medir el Comportamiento Temporal), sin necesidad de tomarse el tiempo para realizar la observación y registro manual de los mismos.

Como resultado del proceso realizado mediante esta herramienta, se obtienen valores relevantes de análisis de la aplicación, los cuales permiten tomar cursos de acción en la optimización de la aplicación, y como consecuencia, impactar en el mejoramiento de la gestión de la flota de bicicletas compartidas.

3. RESULTADOS Y OBJETIVOS

La medición puede aplicarse al proceso de software con la intención de mejorarlo de manera continua, puede usarse a través de un proyecto de software para auxiliar en estimación, control de calidad, valoración de productividad y control de proyecto. Finalmente, la medición puede ser usada por los ingenieros del software para ayudar en la valoración de la calidad de los productos de trabajo y auxiliar en la toma de decisiones tácticas conforme avanza un proyecto [4].

Basados en estas declaraciones, se concluye que resulta indispensable la medición de la calidad de aplicaciones con tanto impacto en la gestión de la movilidad y tráfico de una ciudad, y la utilización de métodos/herramientas que permitan hacer un

trabajo eficiente y práctico.

La aplicación del método propuesto en este trabajo a cualquier software de movilidad mediante una herramienta automatizada permite alinearnos con la meta dominante de la ingeniería del software: producir un sistema, aplicación o producto de alta calidad dentro de un marco temporal que satisfaga una necesidad de mercado. Para lograr esta meta, deben aplicarse métodos efectivos acoplados con herramientas modernas dentro del contexto de un proceso de software maduro [4].

El objetivo general sigue siendo concretar la medición de la calidad de la aplicación en estudio, cuya proyección de uso es muy amplia y cumple con la importante misión de aplacar los problemas recurrentes en la gestión del tráfico. Entre los objetivos específicos, que están en curso, está el desarrollo del módulo software para la recolección de datos requeridos por las métricas e indicadores, y el cálculo de los mismos, y, también, diseñar y concretar la evaluación de calidad para poder introducir mejoras y optimizar el producto que se analiza.

Como contribución, se puede mencionar que la herramienta en desarrollo permite aportar a la optimización de la gestión del tráfico de una ciudad inteligente, debido a que posibilita la medición y evaluación de aplicaciones de movilidad, de forma tal que el uso de productos software de este tipo no represente una amenaza en la implementación de soluciones, sino que éstos puedan garantizar que son el elemento principal a través del cual las urbes logran continuar hacia un desarrollo sustentable.

4. FORMACIÓN DE RECURSOS HUMANOS

Bajo esta línea, en el grupo de investigación, se están desarrollando dos tesis de maestría en Calidad de Software. En una de ella se está definiendo/actualizando el modelo de calidad que cumple con los requerimientos de una aplicación software de movilidad para una Ciudad Inteligente. La

otra consiste en la definición e implementación de una herramienta para la medición y evaluación de software de gestión de tráfico.

También se están llevando a cabo trabajos de grado con relación a la temática por alumnos de la carrera de Ingeniería Informática de la Universidad Rey Juan Carlos, Madrid.

Como así también se están llevando a cabo algunas tesis de grado para la Licenciatura en Computación. Y trabajos finales de carrera de la Ingeniería en Informática e Ingeniería en Computación de la Facultad de Ciencias Físico-Matemáticas y Naturales, Universidad Nacional de San Luis.

5. REFERENCIAS

- [1] G. Graham and L. Zhang, "Smart cities and digital technologies: the case of bike-sharing systems," <http://eprints.whiterose.ac.uk/84589/1/smart%20cities%20and%20bike-sharing%202015-1.pdf> 2015.
- [2] O. Mont, "Institutionalisation of sustainable consumption patterns based on shared use.," *Ecological economics, The International Institute for Industrial Environmental Economics at Lund University.*, pp. 135- 153, 2004.
- [3] ISO/IEC 25010:2011. Systems and software engineering -- Systems and software Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE) -- System and software quality models. ."
- [4] R. S. Pressman., *Ingeniería del Software: un enfoque práctico. Séptima Edición*, 2006.
- [5] O. Mont. Institutionalization of sustainable consumption patterns based on shared use. *Ecological economics*, 50(1):135–153, 2004
- [6] Holger Billhardt, Alberto Fernández, Marin Lujak, Sascha Ossowski, Vicente Julian, Juan F. De Paz, Josefa Z. Hernandez. "Coordinating Open Fleets. A Taxi Assignment Example", 2016
- [7] Kabra, Ashish and Belavina, Elena and Girotra, Karan, Bike-Share Systems: Accessibility and Availability, 2015. Chicago Booth Research Paper No. 15-04.
- [8] www.ofo.com/us/en
- [9] Olsina, L., Papa, M., & Molina, H. How to Measure and Evaluate Web Applications in a Consistent Way. In Rossi, Pastor, Schwabe, & Olsina (Eds.), *Web Engineering: Modeling and Implementing Web Applications* (pp. 385– 420). Springer HCIS. 2008.
- [10] Ecobike Solutions: Gómez Pérez, Manuel y López González, Julio. *Gestión de sistemas de alquiler de bicicletas*. 2016.
- [11] Covella, Guillermo, Dieser, Alexander y Olsina, Luis. *Una Estrategia de Medición y Evaluación como Soporte para la Gestión de Tecnologías de Información en el Estado*. 2013.
- [12] Olsina, L., Martin, M. *Ontology for Software Metrics and Indicators*, Journal of Web Engineering , RintonPress, US, 2004.
- [13] J. J. Dujmovic, "A Method for Evaluation and Selection of Complex Hardware and Software Systems," *The 22nd International Conference for the Resource Management and Performance Evaluation of Enterprise Computing Systems. CMG96 Proceedings*, vol. 1, pp. 368-378, 1996.