

Smart City: Un modelo de calidad mixto para software responsable de la gestión de la movilidad urbana

Alejandro Ramón Rivoira⁽⁺⁾; Alberto Sánchez⁽⁺⁾; Alberto Fernández^(*); Carlos Salgado⁽⁺⁾; 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: rivoira.ale@gmail.com, {alfanego, csalgado, mperalta}@unsl.edu.ar

^(*) Centro para las Tecnologías Inteligentes de la Información y sus Aplicaciones (CETINIA)
Universidad Rey Juan Carlos
Madrid – España
e-mail: alberto.fernandez@urjc.es

Resumen

Las Smart Cities son ciudades que, por medio de las aplicaciones de la tecnología en sus diferentes ámbitos, se transforman en localidades más eficientes en el uso de sus recursos, ahorrando energía, mejorando los servicios entregados y promoviendo un desarrollo sustentable.

Las tecnologías de la información y de la comunicación son el eje central de las mismas, por tal motivo deben ofrecer garantía de calidad.

La calidad de software puede ser entendida como el grado con el cual el usuario percibe que el software satisface sus expectativas [1]. De esta definición se deduce que hay expectativas o deseos que él no percibe y que pueden acarrear un problema inusitado.

En este artículo se presenta una línea de investigación basada en la creación de un modelo de calidad mixto, acompañado de métricas e indicadores, donde se determinan y evalúan las características más relevantes de dos agentes software importantes para la gestión de la movilidad y el buen funcionamiento del tráfico en una ciudad inteligente; proveyendo valores reales de cumplimiento de dichas características. Ambos software son responsables de la gestión de coordinación dinámica de flotas abiertas, específicamente bicicletas.

Palabras Clave: Smart City, Movilidad, Coordinación Dinámica de Flotas Abiertas, Modelo de Calidad, ISO/IEC 25010, Métricas de Calidad.

Contexto

Esta propuesta está contextualizada en el trabajo colaborativo entre dos grupos de investigación: Los integrantes del Laboratorio de Calidad e Ingeniería de Software (LaCIS), Universidad Nacional de San Luis; y, por otra parte, el grupo de investigación interviniente, Inteligencia Artificial (GIA), de la Universidad Rey Juan Carlos de Madrid-España.

El trabajo se realiza en la Universidad Nacional de San Luis, en el Laboratorio de Calidad e Ingeniería de Software (LaCIS), dentro del contexto del 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. Dicho proyecto es la continuación de diferentes proyectos de investigación a través de los cuales se ha logrado un importante vínculo con distintas universidades a nivel nacional e internacional. Además, se encuentra reconocido por el programa de Incentivos.

Introducción

El aumento de la densidad de la población, generado por el crecimiento poblacional, y la alta concentración de la población en centros urbanos es un hecho generalizado en el mundo. Esta dinámica, crea la necesidad de pensar, prioritariamente, en modelos de desarrollo que organicen los procesos dentro de las ciudades por medio de sistemas que promuevan el uso eficiente de los recursos y, además, potencialicen la actividad económica y promuevan el desarrollo social [2].

El concepto Smart City (ciudades inteligentes) nace como idea global de la gestión de los recursos de una ciudad dirigidos a mejorar la calidad de vida de los ciudadanos. También se puede describir como aquella ciudad que aplica las tecnologías de la información y de la comunicación (TIC) con el objetivo de proveerla de una infraestructura que garantice:

- Un desarrollo sostenible.
- Un incremento de la calidad de vida de los ciudadanos.
- Una mayor eficacia de los recursos disponibles.
- Una participación ciudadana activa.

Por lo tanto, son ciudades que son sostenibles económica, social y medioambientalmente [3].

Para determinar si una ciudad es o no inteligente, generalmente, se toma como punto de partida un modelo en torno a seis características: *Economía, Gestión de gobierno, Ciudadanía, Entorno, Calidad de vida y Movilidad*. A partir de este modelo, se han desarrollado objetivos agrupados en una serie de servicios para los que se han descrito las principales tecnologías que disponemos en la actualidad. De esta forma, se obtuvo una serie de plataformas de servicios, que se deben integrar y conectar entre sí, facilitando que el ciudadano forme parte activa del proceso de gestión de su ciudad [4]. En otras palabras, se busca modernizar la gestión de las ciudades, fomentando una mayor interacción entre las instituciones, los ciudadanos y los sistemas informáticos [5].

Una Ciudad Inteligente utiliza TIC y otros medios para mejorar no solo la toma de decisiones, sino también la eficiencia de las operaciones, los servicios urbanos y su competitividad, a la vez que se garantiza la atención a las necesidades de las generaciones actuales y futuras en relación con los aspectos económicos, sociales y medioambientales [6]. A través de las TIC se integran las distintas áreas utilizando redes de comunicación de banda ancha, computación en la nube, dispositivos inteligentes móviles, programas de análisis y sensores. Este conjunto de recursos digitales capta datos generados por diferentes agentes (personas o dispositivos), procesa esos datos generando informaciones y permite construir y aplicar ese conocimiento para ofrecer mayor calidad de vida y beneficios a sus ciudadanos [7].

Si centramos el análisis solo en la *movilidad*, como uno de los factores importantes dentro de una Ciudad Inteligente, es imprescindible destacar que ante el reciente incremento de la preocupación por el medio ambiente y la mejora de la calidad de vida en el mundo entero, así como el interés de reducir factores que afectan al cambio climático, surge el uso de la bicicleta como una alternativa de bajo costo y no contaminante a los medios de transporte convencionales. Por lo tanto, poder garantizar que el uso de aplicaciones, para la gestión de flotas abiertas, específicamente bicicletas, sea aceptable; transforma la infraestructura tradicional de la ciudad en un ecosistema vivo y sostenible, brindando beneficios a las personas que viven y trabajan en ella.

Las aplicaciones o productos de software, cuando son lanzados al mercado, se espera que tengan cierto grado de aceptación entre los usuarios finales. Ese grado va a depender de las características particulares que cada uno de ellos considere importante a la hora de evaluar. Desde el punto de vista de la Ingeniería de Software, la calidad es una de las principales características que tiene que tener una aplicación para ser exitosa. Resulta relevante para los desarrolladores de software

poder medir la calidad o realizar pruebas de la misma a las aplicaciones construidas, siendo un requisito indispensable para poder medir, saber qué es lo que hay que medir y cómo.

La calidad de software en el sentido más general se define como: “Proceso eficaz de software que se aplica de manera que crea un producto útil que proporciona valor medible a quienes lo producen y a quienes lo utilizan” [6, 7]. Es, también, una compleja combinación de factores, que varía entre diferentes aplicaciones. Autores como Pressman [8], McCall [9] y estándares como ISO 9126 [10], ISO 14598 [11], ISO 25000 [12], entre otros, han tratado de determinar y categorizar los factores que afectan a la calidad del software.

Se conoce como modelo de calidad a un conjunto de buenas prácticas para el ciclo de vida del software, enfocado en los procesos de gestión y desarrollo de proyectos [18].

A lo largo del tiempo se han desarrollado diferentes modelos para evaluar la calidad del software. Entre los modelos más conocidos pueden mencionarse el de McCall [9], Evans y Marciniak [13], FURPS [14], Piattini, García y Caballero [15], entre otros.

Relacionado con la calidad del producto, recientemente ha aparecido la familia de normas ISO/IEC 25000.

ISO/IEC 25000 constituye una serie de normas basadas en ISO/IEC 9126 y en ISO/IEC 14598 cuyo objetivo principal es guiar el desarrollo de los productos de software mediante la especificación de requisitos y evaluación de características de calidad [12].

El modelo de calidad representa la piedra angular en torno a la cual se establece el sistema para la evaluación de la calidad del producto. Cada modelo cuenta con características, subcaracterísticas y métricas asociadas. Las métricas son una medida cuantitativa del grado en que un sistema, componente o proceso posee un atributo dado [19]. Los indicadores, por su parte, son métricas o combinación de métricas que

proporcionan una visión profunda, del proceso, del proyecto o del producto software [20]. Las métricas e indicadores son activos claves de una organización que proveen datos e información útiles para los procesos de análisis [16]. A su vez, también, son un buen medio para entender, monitorizar, controlar, predecir y probar el desarrollo del software y los proyectos de mantenimiento [17].

El modelo de calidad del producto, definido por la ISO/IEC 25010 se encuentra compuesto por ocho características: Adecuación Funcional, Eficiencia de desempeño, Compatibilidad, Usabilidad, Fiabilidad, Seguridad, Mantenibilidad y Portabilidad.

Líneas de Investigación y Desarrollo e Innovación

La investigación parte de la identificación del problema principal en el contexto definido. Una vez descrito el problema a solucionar se procedió a realizar un análisis, estudio y discusión de modelos de evaluación de calidad, estándares y metodologías a fin de que dicho modelo contemple la totalidad de las características a validar en los productos software intervinientes. Teniendo en cuenta el tipo de software (aplicación móvil, página web, aplicación web, API, etc.) y el rango del mercado al que se apunta.

En base a todo lo que se expresó anteriormente, se hizo la definición de un modelo de calidad mixto, contextualizado y adaptado, para medir y evaluar la calidad de EcoBike [21a] y BikeManager [21b] que son dos productos software responsables de la gestión de la movilidad, y por ende del tráfico, en una ciudad inteligente (específicamente Madrid). El modelo de calidad mencionado se denomina mixto porque, si bien tiene como base principal el Modelo ISO/IEC 25010, también se utilizaron indicadores o métricas del Modelo de Pressman, y algunas propias del dominio del problema.

Actualmente se está trabajando en el refinamiento de las métricas e indicadores de calidad para saber específicamente “qué” y “cómo” medir. Sin perder de vista que el uso de este modelo debe conducir a un conjunto de cambios en diversas partes del software para producir un notable aumento de su calidad.

Resultados obtenidos y Objetivos

La importancia, analizada como impacto social y económico, subyace quizás desde el punto de vista de la carencia. Desde nuestros entornos cotidianos el uso de sistemas informáticos genera implícitamente un sentido de confianza por un lado y automatización por otro. En primer término, confianza porque es recurrente revelar datos personales frente a cualquier aplicación que lo demande, sin conocer aún la procedencia o la garantía de seguridad que nos provee, por lo que confiamos a ciegas en que los desarrolladores de tal producto tienen en cuenta normas y estándares de calidad mínimos, sin conocer fehacientemente si es así. Cada descuido que el usuario se permite es lo que lleva al éxito de las grandes intrusiones, estafas y fraudes virtuales. Pero también, en segundo término, la automatización de uso tiene que ver con la rapidez con la que nos acostumbramos al manejo de una aplicación sin importar su dificultad. Hemos desarrollado un grado de inteligencia que nos lleva a interactuar de forma automática, desestimando si hay falta de coherencia o de sentido común en el uso o en la interfaz de la misma.

El modelo que se propone, intenta determinar el impacto de las deficiencias en un agente software dirigido a la gestión de la movilidad en ciudades inteligentes, teniendo como base la ciudad de Madrid. En relación a esto, se propondrán algunos elementos de solución que ayuden a crear un pensamiento consciente en las personas/usuarios.

Los sistemas evaluados (EcoBike [21a] y BikeManager [21b]) constan, principalmente,

de una aplicación web junto con un API REST y una aplicación móvil (Android) conectadas a un servidor común. Estas herramientas, en su conjunto permitirán simular el comportamiento de un sistema de alquiler de bicicletas en tiempo real.

El principal objetivo, por lo tanto, es contribuir a la mejora en la interacción entre los ciudadanos y los agentes software en una ciudad inteligente.

Se parte de los desarrollos realizados por grupos de investigación de la Universidad Rey Juan Carlos de Madrid y se tiene como objetivos fundamentales:

- Desarrollar la definición y validación de un modelo de calidad mixto para evaluar software de gestión de flotas de bicicletas en ciudades inteligentes. Partiendo del proyecto *Coordinación Dinámica de Flotas Abiertas en Entornos Urbanos* (Intelligent System for integrated and sustainable management of URban Fleets - SURF) [21].
- Proveer una base de información, a partir de las definiciones, mediciones y evaluaciones logradas, para automatizar la medición en tiempo real a través de un sistema informático.
- Brindar satisfacción a usuarios actuales, y generar atracción a nuevos usuarios a través de:
 - Protección y seguridad.
 - Adaptación y personalización.
 - Mejoras en usabilidad, rendimiento, eficiencia.

Los objetivos que se esperan alcanzar a largo plazo son los siguientes:

- Incremento de la productividad y satisfacción al trabajo de los profesionales afines al desarrollo de software.
- Mejora en la planeación eficaz de los agentes software.
- El acercamiento a cero defectos.

Finalmente, servirá para concientizar sobre la importancia de la calidad en la creación,

desarrollo y uso del software. Estando convencidos de que las mejoras propuestas permitirán un crecimiento sustancial en la vida cotidiana de una ciudad inteligente.

Formación de Recursos Humanos

Bajo esta línea, el grupo de investigación presentó un proyecto. Una Convocatoria Internacional de “Incorporación de investigadores Iberoamericanos” dentro del marco del Campus de Excelencia Internacional “Energía Inteligente” Programa CEISEP II. Convocatoria lanzada por la Universidad Rey Juan Carlos y la Universidad de Alcalá. Además, conjuntamente, se están desarrollando dos tesis de Maestría en Calidad de Software.

Referencias

- [1] IEEE Standard Glossary of Software Engineering Terminology, IEEE Standard 729-1983, IEEE, 1983.
- [2] Laura Liliana Moreno Herrera, Alejandro Gutiérrez Sánchez, *Ciudades Inteligentes: Oportunidades para generar soluciones sostenibles*, Estudios Sectoriales CINTEL - Proyectos TIC Innovadores, Colombia. 2012.
- [3] Endesa Educa. http://www.endesaeduca.com/Endesa_educ_a/recursos-interactivos/smart-city/. En el S.A. 2014.
- [4] Sergio Colado, Abelardo Gutiérrez, Carlos J. Vives, Eduardo Valencia. *SMART CITY: Hacia la gestión inteligente*. Editorial: S.A. MARCOMBO.
- [5] Fundación País Digital. *País Digital: Smart Cities*. <http://www.paisdigital.org/PD/smart-cities/>. Todos los derechos reservados.
- [6] Unión Internacional de Telecomunicaciones. *Grupo Temático sobre ciudades sostenibles e inteligentes*. 2014.
- [7] BID. Bouskela, M. Casseb, M. Bassi, S. De Luca, C. Facchina, M. *La ruta hacia las Smart cities: Migrando de una gestión tradicional a la ciudad inteligente*. 2016.
- [8] McCall J. A., PK Richards, GF Walters. “*Factors in Software Quality: Preliminary Handbook on Software Quality for an Acquisition Manager*”. Ed: DTIC Document. 1977.
- [9] McCall J.A, Richards P.K., Walters G.F. “Factors in Software Quality”. VOL I, II, III. NTIS. 1977.
- [10] ISO/IEC 9126-1:2001. Software Engineering - Software Product Quality - Part 1: Quality Model, Int’l Org. For Standardization, Geneva, 2001.
- [11] ISO/IEC 14598-1. Information Technology-Software Product Evaluation - Part 1: General overview, 1999.
- [12] ISO/IEC 25000. *SQuaRE - System and Software Quality Requirements and Evaluation*. <http://iso25000.com>
- [13] Michael W. Evans, John J. Marciniak. *Software Quality Assurance and Management*. Editorial: Wiley. 1987.
- [14] Grady, Robert; Caswell, Deborah. *Software Metrics: Establishing a Company-wide Program*. Prentice Hall. Hewlett-Packard (HP). 1987.
- [15] Piattini, M., García F., Caballero, I. “*Calidad de los Sistemas Informáticos*”. Editorial Alfaomega. 2007.
- [16] Olsina L., Pesotskaya E., Covella G., Dieser A. Bridging the Gap between Security/Risk Assessment and Quality Evaluation Methods. Publicada en ASSE Argentine Symposium on Software Engineering. 2012-2013.
- [17] Ian Sommerville. “*Ingeniería de Software Séptima edición*”. Ed: PEARSON Addison Wesley. 2005.
- [18] EcuRed. *Modelo de calidad: breves consideraciones*. https://www.ecured.cu/Modelo_de_calidad. La Habana, Cuba. 2005.
- [19] IEEE - Software Engineering Standards, Standard 610.12-1990, 1993.
- [20] Ragland, B. *Measure, Metric or Indicator: What is the Difference?* Ed: Crosstalk. 1995.
- [21] Alberto Fernandez, Holger Billhardt. Dynamic Co-ordination of Open Fleets in Urban Environments. SURF: Intelligent System for integrated and sustainable

management of URban Fleets. Centre for Intelligent Information Technologies (CETINIA). Se analizan específicamente 2 (dos) proyectos:

- a) Ecobike Solutions: Gómez Pérez, Manuel y López González, Julio. *Gestión de sistemas de alquiler de bicicletas*. Trabajo Fin de Grado. URJC. 2016.
- b) *Bikesmanager*: López Cerezo, Alejandro. *Sistema cliente/servidor para la gestión de parques de bicicletas*. Proyecto Fin de Carrera. URJC. 2016.