

# People as a Service y la Ingeniería del Software Guiada por Búsqueda

Jose Garcia-Alonso<sup>1</sup>, Javier Berrocal<sup>1</sup>, y Juan Manuel Murillo<sup>1</sup>

Departamento de Ingeniería de Sistemas Informáticos y Telemáticos, Universidad de  
Extremadura, España

{jgara1o, jberocal, juanmamur}@unex.es

**Resumen.** *People as a Service* es un nuevo paradigma de computación centrada en los dispositivos móviles que permite generar perfiles sociológicos de sus dueños y proporcionarlos como servicios de forma segura desde los propios dispositivos. Dentro de este paradigma, la Ingeniería del Software Guiada por Búsqueda proporciona aportaciones relevantes en dos áreas. Por una parte, las nuevas arquitecturas software habilitadas por el paradigma de *People as a Service*, facilitan el desarrollo de un nuevo tipo de aplicaciones móviles en el que los dispositivos sean usados como agentes de un sistema de inteligencia de enjambre. Por otra parte, la implementación de este paradigma, con las restricciones impuestas por los sistemas operativos móviles actuales, se enfrenta a una serie de limitaciones que pueden ser abordadas aplicando técnicas de Ingeniería del Software Guiada por Búsqueda. En este trabajo se exploran las posibles aplicaciones de estas técnicas dentro del paradigma de *People as a Service* y se establecen los próximos pasos a seguir en esta línea.

**Palabras clave:** *People as a Service*, Ingeniería del Software Guiada por Búsqueda, Inteligencia de enjambre

## 1 Introducción

Las capacidades computacionales y sensoriales de los dispositivos móviles han aumentado en gran medida en los últimos años. Sin embargo, este aumento no se ha visto reflejado en el papel de estos dispositivos en los sistemas actuales. En la mayoría de los casos los dispositivos móviles actúan como meros clientes de sistemas de información complejos presentes en servidores o como conjuntos de sensores con capacidad de enviar información sobre sus dueños a dichos servidores.

En este contexto surge *People as a Service* (PeaaS) [2], un nuevo modelo computacional centrado en dispositivos móviles que permite que estos dispositivos adopten un rol mucho más relevante. En este modelo, los dispositivos móviles son los encargados de obtener información de su contexto y utilizarla para generar perfiles sociológicos de sus dueños. Esta información es almacenada en el propio dispositivo y proporcionada como un servicio para otros sistemas. El uso de PeaaS proporciona ventajas fundamentalmente en el ámbito de la privacidad de los usuarios y en el consumo de recursos de los dispositivos.

Un ejemplo de aplicación de PeaaS en un sistema real es nimbees. Nimbees es una aplicación comercial que permite la segmentación de usuarios ([www.nimbees.com](http://www.nimbees.com)) que consiste en una plataforma de mensajería push que permite enviar notificaciones a aplicaciones de los sistemas operativos Android e iOS que integren su tecnología. La principal aportación de PeaaS al envío de notificaciones consiste en que la segmentación de los usuarios, la selección de qué subconjunto de usuarios recibirá una notificación determinada, se realiza en el propio dispositivo utilizando su contexto en tiempo real.

Por otra parte, la ingeniería del software guiada por búsqueda (SBSE, *Search-based Software Engineering*) es una área con relevancia creciente dentro de la ingeniería del software. Dicha área de investigación propone el uso de técnicas de optimización, búsqueda, aprendizaje automático, etc. para resolver problemas tradicionalmente complejos dentro de la ingeniería del software.

Si bien PeaaS ha sido aplicado en distintos ámbitos, como el Internet de las cosas [4] o la segmentación comercial de usuarios, las posibilidades de utilizar técnicas de ingeniería del software guiada por búsqueda en el contexto de PeaaS no han sido exploradas. En este trabajo se discuten las posibles sinergias existentes entre PeaaS y la ingeniería del software guiada por búsqueda y los posibles trabajos futuros que pueden ser abordados.

## 2 Sinergias entre PeaaS y SBSE

### 2.1 Aportaciones de PeaaS a SBSE

En el ámbito de SBSE, las técnicas de inteligencia de enjambre (SI, *swarm intelligence*) son ampliamente utilizadas para la programación automática [5]. Estas técnicas se basan en el desarrollo de sistemas multi-agente inspirados en el comportamiento colectivo de un conjunto de agentes sencillos. Los objetivos del enjambre se consiguen mediante acciones independientes por parte de los individuos que pueden interactuar entre sí y con su entorno. De estas acciones independientes emerge un comportamiento global, inteligente y coordinado. En programación automática estas técnicas se utilizan para construir software explorando un espacio de posibles soluciones.

El uso de PeaaS en este área permitiría trasladar las técnicas de inteligencia de enjambre de forma sencilla a los dispositivos móviles y, por lo tanto, su aplicación a situaciones del mundo físico. En concreto el modelo de PeaaS simplificaría la implementación de agentes en dispositivos móviles. Como se ha mencionado anteriormente, los agentes se comportan de forma independiente y pueden interactuar entre sí y con su entorno. La amplia variedad tanto de sensores como de mecanismos de comunicación disponibles en los dispositivos móviles actuales hacen que sean idóneos para realizar estas tareas. Un dispositivo de este tipo puede obtener una gran cantidad de información contextual gracias a los sensores que incorpora (GPS, acelerómetro, micrófono,...) y comunicarse con el entorno u otros agentes utilizando diversos canales (altavoz, wi-fi, bluetooth,...). Añadiendo el modelo de computación centrado en el dispositivo

propuesto por PeaaS, se ampliaría el rango de aplicación de las técnicas de SI a un gran número de situaciones del mundo físico.

La combinación de dispositivos móviles y técnicas propias de SBSE ya ha sido contemplada anteriormente. Algunos trabajos, como [1], aplican técnicas de SBSE para extrapolar las acciones que realizan los dueños de los dispositivos en base a la información de bajo nivel recogida por sus sensores. Otro trabajos, como [6], se centran en optimizar las peticiones realizadas desde dispositivos móviles y que deben ser atendidas por servicios cloud.

Sin embargo, hasta donde los autores conocen, las técnicas de SBSE no han sido aplicadas en un modelo computacional centrado en los dispositivos móviles como PeaaS. Convertir los dispositivos móviles en agentes de un sistema de inteligencia de enjambre permitiría aplicar estas técnicas a problemas del mundo físico, como por ejemplo el control del tráfico. En este contexto, algunos trabajos, como [3], plantean el uso de dispositivos móviles para suplantar equipos más específicos de comunicación entre vehículos. Este tipo de sistemas podrían verse muy beneficiados por la aplicación de PeaaS. Por ejemplo, el sistema de notificaciones nimbees podría utilizarse para enviar mensajes a los dispositivos de personas que se encuentren en un atasco de tráfico. Una vez recibida la notificación cada dispositivo pasaría a considerarse un agente que busca la mejor manera de evitar el atasco y es capaz de comunicar a otros agentes cercanos rutas alternativas utilizando la información contextual de la velocidad a la que se está moviendo y la posición en la que se encuentra.

## 2.2 Aportaciones de SBSE a PeaaS

La propia plataforma de notificaciones nimbees, que consiste en una implementación comercial del paradigma PeaaS podría verse muy beneficiada por el uso de técnicas propias de SBSE.

El funcionamiento de esta plataforma de mensajería se basa en el envío de una notificación a todos los dispositivos que tengan instalada una determinada aplicación. A continuación, cada dispositivo decide si la notificación va dirigida a su dueño en base a una serie de filtros y su contexto en tiempo real. La notificación solo se muestra al usuario final cuando el dispositivo lo considera adecuado. Este sistema de filtrado funciona sin inconvenientes para aplicaciones instaladas en un número de dispositivos reducido. Sin embargo, el sistema tiene graves problemas de escalabilidad para su utilización en aplicaciones con un gran número de instalaciones.

Para solventar estos problemas de escalabilidad, en la actualidad se están utilizando técnicas tradicionales como la presegmentación de destinatarios en el servidor y el envío por lotes de notificaciones. Es posible que la aplicación de técnicas de SBSE pudieran aportar beneficios en esta situación. La aplicación de estas técnicas puede realizarse a dos niveles. En primer lugar, podrían aplicarse técnicas de búsqueda y aprendizaje automático en el servidor de notificaciones a la hora de seleccionar el primer subconjunto de usuarios a los que enviar la notificación. En segundo lugar, cada dispositivo móvil que reciba una de estas

notificaciones puede convertirse de nuevo en un agente de un sistema de inteligencia de enjambre y decidir que otros dispositivos de su entorno son candidatos a recibir la notificación. Con la aplicación de estas técnicas se espera mejorar la escalabilidad del envío de notificaciones segmentadas, sin perder los beneficios conseguidos mediante la aplicación del modelo propuesto por PeaaS.

### 3 Conclusiones

En este trabajo se discuten distintas posibilidades que surgen de la combinación del modelo computacional centrado en dispositivos móviles de PeaaS y las técnicas de ingeniería del software guiada por búsqueda. El principal objetivo de los autores al presentar estas posibles líneas de trabajo consiste en fomentar la discusión sobre las posibilidades que SBSE ofrece a PeaaS y buscar posibles colaboraciones con otros asistentes a las jornadas.

### Agradecimientos

Este trabajo ha sido parcialmente financiado por el proyecto TIN2014-53986-REDT, por el Gobierno de Extremadura y fondos FEDER.

### References

1. Fahim, M., Fatima, I., Lee, S., Park, Y.: EFM: evolutionary fuzzy model for dynamic activities recognition using a smartphone accelerometer. *Appl. Intell.* 39(3), 475–488 (2013), <http://dx.doi.org/10.1007/s10489-013-0427-7>
2. Guillén, J., Miranda, J., Berrocal, J., García-Alonso, J., Murillo, J.M., Canal, C.: People as a service: A mobile-centric model for providing collective sociological profiles. *IEEE Software* 31(2), 48–53 (2014), <http://doi.ieeecomputersociety.org/10.1109/MS.2013.140>
3. Krajzewicz, D., Heinrich, M., Milano, M., Bellavista, P., Stützle, T., Härrä, J., Spyropoulos, T., Blokpoel, R., Hausberger, S., Fellendorf, M.: Colombo: Investigating the potential of v2x for traffic management purposes assuming low penetration rates. In: *ITS Europe* (2013)
4. Miranda, J., Mäkitalo, N., García-Alonso, J., Berrocal, J., Mikkonen, T., Canal, C., Murillo, J.M.: From the internet of things to the internet of people. *IEEE Internet Computing* 19(2), 40–47 (2015), <http://dx.doi.org/10.1109/MIC.2015.24>
5. Olmo, J.L., Romero, J.R., Ventura, S.: Swarm-based metaheuristics in automatic programming: a survey. *Wiley Interdisc. Rev.: Data Mining and Knowledge Discovery* 4(6), 445–469 (2014), <http://dx.doi.org/10.1002/widm.1138>
6. Salama, A.S.: A swarm intelligence based model for mobile cloud computing. *International Journal of Information Technology and Computer Science* 7(2) (2015), <http://dx.doi.org/10.5815/ijitcs.2015.02.04>