

Coordinación de dispositivos de IoT utilizando la especificación WS-CDL

Oscar Testa¹; Rubén Pizarro¹; Pablo García¹

¹ Facultad de Ciencias Exactas y Naturales
Universidad Nacional de La Pampa
Av. Uruguay 151 – (6300) Santa Rosa – La Pampa – Argentina
Tel.: +54-2954-425166– Int. 28
[otesta, ruben,pablogarcia]@exactas.unlpam.edu.ar

Resumen

Este proyecto de investigación, surge como continuidad del proyecto “Ingeniería de Software: Composición de servicios en ambientes ubicuos”, desarrollado también en el ámbito de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la UNLPam.

Tomando como resultado el framework de coordinación de dispositivos ubicuos, basado en la utilización de los estándares de SOA para servicios web, se plantea como líneas futuras de investigación implementar el citado framework en ambientes reales, donde se pueda poner a prueba dicho entorno.

Se espera implementar el framework para un caso de estudio específico y real, una distribuidora eléctrica. El caso de estudio es el de poder monitorear a través de la utilización de sensores, cámaras y dispositivos ubicuos distintos elementos de la distribuidora, con el fin de poder llevar adelante un ajuste preventivo y no reactivo, de forma tal que el servicio eléctrico que se entrega a la comunidad se vea beneficiado en su conjunto.

Se espera como resultado de este proyecto, obtener una implementación real del framework de coordinación de dispositivos, el cual abre las puertas para una producción de este tipo de soluciones para todo tipo de ambientes.

Palabras clave: sistemas ubicuos, SOA, servicios, composición de servicios, coreografías.

Contexto

El presente trabajo se enmarca en el Proyecto de Investigación: Coordinación de dispositivos de IoT para resolver problemas específicos de la distribución de energía eléctrica – Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de La Pampa. Las líneas aquí presentadas actualmente forman parte de las bases de un anteproyecto de tesis doctoral en ingeniería de software por la Universidad Nacional de San Luis.

Introducción

Los avances de las comunicaciones entre dispositivos ha permitido que estos sean generadores y consumidores de servicios al mismo tiempo, es decir, de acuerdo a las capacidades del dispositivo puede no solo obtener, sino también ofrecer a otros equipos sus funciones y así cooperar entre ellos. La tendencia actual es hacia los ambientes ubicuos, los cuales se caracterizan por estar poblados de numerosos dispositivos que, gracias a la integración extrema de los elementos electrónicos, son invisibles al usuario y están en permanente rastreo de la actividad humana [2].

Dispositivos ubicuos son todos aquellos dispositivos que pueden existir en todas partes, es decir, son dispositivos electrónicos que tienen capacidad de procesamiento y comunicación y pueden ser encontrados en lugares diversos de la vida cotidiana.

La computación ubicua es un desarrollo tecnológico que intenta que las computadoras no se perciban en el entorno como objetos diferenciados, y que la utilización por parte de los seres humanos sea lo más transparente y cómoda posible, facilitando de esta manera la integración en la vida cotidiana. Desde hace

varios años los dispositivos ubicuos han ganado importancia y presencia en la vida cotidiana de las personas, debido principalmente a que: poseen distintos tipos de sensores (posicionamiento, proximidad, luminosidad, temperatura, etc.), facilitan la conectividad incluso en áreas con poca señal o acceso a las redes, permiten la convergencia tecnológica (computo, medios, telefonía, etc) y brindan acceso a servicios de distinta índole (mapas, ayudas, etc).

Por composición entendemos la forma en que se pueden combinar o enlazar un número indeterminado de dispositivos para llevar adelante una tarea determinada. En ambientes ubicuos, la composición de dispositivos, presenta nuevos desafíos tales como: la heterogeneidad (ya sea por la diversidad de dispositivos involucrados, como por la presencia de dispositivos de varios fabricantes), las contingencias de los dispositivos y la personalización de los mismos (por ej. provisión de servicios de acuerdo a las preferencias del usuario). Dado que los dispositivos en donde los servicios son ejecutados poseen limitaciones de recursos (ej. poca memoria y batería), se deben hacer consideraciones especiales respecto a la eficiencia y rendimiento de la composición de servicios [3].

La composición en este tipo de ambientes implica que los dispositivos deben dialogar entre ellos para poder compartir los servicios que ofrecen con la finalidad de obtener un servicio con valor agregado, o bien para abordar la solución de una problemática particular, como podría ser la seguridad de un hogar, o la seguridad vial, por mencionar algunos ejemplos.

Si bien hoy en día podemos decir que distintos sensores o dispositivos se pueden comunicar entre ellos, compartiendo de alguna manera sus servicios, generalmente lo realizan a partir de protocolos propietarios y sin seguir definiciones estándares, provocando que otros componentes de otros proveedores (o incluso de los mismos) no puedan ser utilizados. Esto

obviamente representa una importante limitación en la composición de dispositivos ubicuos. Adicionalmente la composición de dispositivos ubicuos presenta un nuevo desafío. Los mecanismos de composición en ambientes masivos, necesitan hacer frente a las distintas contingencias que pueden ocurrir con estos dispositivos. Los dispositivos ubicuos tienen distintas limitantes como son la cantidad de memoria disponible, la durabilidad de la batería, la disponibilidad de acuerdo a la red del lugar donde se encuentre en un momento determinado. Todas estas variantes hacen que la composición de dispositivos¹ ubicuos se transforme en un área de investigación muy importante donde los avances no han sido claros al día de hoy[3].

Líneas de Investigación y Desarrollo

La orientación a servicios proporciona estrategias bien conocidas (por ejemplo, las orquestaciones) para la composición de servicios. Tales estrategias resultan herramientas de gran utilidad para la construcción de aplicaciones complejas mediante la combinación de servicios heterogéneos, los cuales presentan la característica muy favorable de su simplicidad. Además, su carácter distribuido los convierte en una solución especialmente aplicable a ambientes ubicuos. Sin embargo, en contextos donde los servicios son dinámicos, móviles, menos fiables y dependientes del dispositivo, los mecanismos de composición establecidos para servicios web no pueden aplicarse directamente [8].

Por otro lado, la composición de múltiples dispositivos ubicuos presenta características propias que la separan de la composición tradicional de servicios web. Es necesario lidiar

¹ Si bien los autores se refieren a la composición de servicios, se hace dentro de un contexto de dispositivos ubicuos, lo cual a los fines de este trabajo se puede interpretar como composición de dispositivos, haciendo que la terminología para este caso particular sea más adecuada.

con las características heterogéneas que cada uno de ellos podría presentar, como por ejemplo la cantidad de memoria y la duración de la batería,

Los dispositivos ubicuos se conectan en contextos diferentes en cada ocasión y, en consecuencia, su disponibilidad es muy variable y la confiabilidad se vuelve extremadamente dinámica. Todas estas dificultades hacen que la composición de dispositivos se transforme en un área de investigación que aún presenta muchos aspectos a dilucidar y que resulta de interés en términos de investigación [3].

En la actualidad, existen múltiples proyectos donde se integran sensores y dispositivos ubicuos a situaciones problemáticas del mundo real. Por ejemplo, la domótica busca que dispositivos y sensores deban actuar en coordinación para prevenir incidentes de seguridad diversos en contextos domésticos.

El concepto de Industria 4.0 [9], busca integrar dentro de una planta fabril la intercomunicación de todos los dispositivos que componen la cadena de producción, buscando, fundamentalmente, una coordinación de tareas que atienda las variables que afectan al proceso productivo (tiempos, stocks, demandas).

Es inmediato detectar múltiples tipos de procesos en los cuales los dispositivos ubicuos adquieren trascendencia: aeronáutica, automotriz, alimentos, etc.

En consecuencia, esta investigación en particular aborda la implementación de un framework de coreografía de servicios con dispositivos ubicuos, la cual está definida por Testa, et al. en [11]. A partir de la utilización de este framework es que se propone implementarlo sobre sistemas reales, comenzando por una distribuidora eléctrica, principalmente para el monitoreo y automatización de subestaciones transformadoras bajo nivel.

Resultados y Objetivos

La proliferación de dispositivos de computación ubicuos e interconectados (PDAs,

tabletas, móviles, etc), así como los recientes avances en la tecnología de radio frecuencia y las redes de sensores están fomentando la creación de ambientes donde las aplicaciones de internet y los servicios se están haciendo más populares y necesarias para los usuarios de móviles. La composición de servicios a través de múltiples dispositivos móviles presenta un nuevo desafío el cual no es compatible con la composición de servicios como se plantea actualmente. En particular, los mecanismos de composición en ambientes masivos como lo es el de dispositivos móviles, necesita hacer frente las distintas contingencias que pueden ocurrir con estos elementos, así como también contemplar la heterogeneidad de los mismos. Estos dispositivos tienen distintas limitantes como son la cantidad de memoria disponible, la durabilidad de la batería, la disponibilidad de acuerdo a la red del lugar donde se encuentre en un momento determinado. Todas estas variantes hacen que la composición de servicios incluyendo dispositivos móviles se transforme en un área de investigación muy importante donde los avances no han sido claros al día de hoy [3].

En este tipo de ambientes, mecanismos automáticos y dinámicos son necesarios para la composición de servicios, ya que de esta forma se puede compensar la falta de disponibilidad de un servicio en un momento determinado [8].

Si bien a este problema existente se encontró solución, a través de la implementación de un framework de ejecución de coreografías en ambientes ubicuos, tal como se plantea en [11], se necesita hacer pruebas y más investigaciones a partir de una implementación real.

Por lo antes expuesto se deducen las siguientes preguntas de investigación:

- ¿El framework de ejecución de coreografías propuesto, puede implementarse para una situación real?
- ¿Qué mejoras son necesarias aplicar sobre el framework para que el mismo pueda ser aplicado a ambientes reales de ejecución?

- ¿Qué tipo de hardware se necesita para una implementación real, o alcanza con utilizar placas académicas de uso general como Arduino?

- ¿Los protocolos de comunicación seleccionados, son los correctos, o debe ampliarse la implementación y utilización de protocolos?

Por lo tanto, el proyecto plantea los siguientes objetivos:

- Realizar una implementación real del framework de ejecución de coreografías en ambientes ubicuos, en un caso de estudio particular y real.

- Realizar las mejoras y ajustes necesarios al framework para que pueda ser utilizado comercialmente.

- Poner a prueba la validez de la utilización de los protocolos de comunicación establecidos por SOA.

- Difundir los resultados obtenidos con publicaciones de los resultados parciales y finales.

La hipótesis principal es poner a prueba si los mecanismos principales y fundacionales de SOA son aplicables para la composición de coreografías en ambientes ubicuos, en un ambiente real. Se tienen fuertes indicios, por los estudios e investigaciones llevadas adelante en el proyecto de Investigación sobre el cual se basa el presente trabajo, que los mismos serán suficientes y que serán de utilidad en este tipo de ambientes.

Se espera, además logros en términos de formación en recursos humanos:

El Mg. Pablo M. García, trabaja en la propuesta de innovaciones en el ámbito del manejo de la memoria de las placas arduino, cuyos resultados deben reflejarse en una Tesis Doctoral.

Como parte de los resultados obtenidos hasta el momento podemos mencionar que se ha obtenido una precisa y clara situación actual o estado del arte respecto de los dispositivos ubicuos que formarán parte de la implementación real, así como los distintos avances que se han realizado en la teoría de

microservicios y de coordinación a través de la utilización de coreografías de servicios. Además se ha logrado la implementación en el framework, de un nuevo protocolo de comunicación de los dispositivos como el caso de Bluetooth. También se ha logrado armar un prototipo real para la implementación en la distribuidora eléctrica para el monitoreo de subestaciones bajo nivel, que incluye el manejo de actuadores y alarmas en caso de emergencias.

Formación de Recursos Humanos

Además de los resultados esperados en el punto 3, se espera como resultado en la formación de recursos humanos, la continuación de esta misma línea de proyecto como tesis doctoral del investigador Mg. Pablo García. También se espera lograr una mayor interrelación con la Universidad Politécnica de Madrid para la aplicación de las metodologías aquí presentadas en los proyectos de Ingeniería de Software Empírica y realizando una estancia posdoctoral del Dr. Oscar A. Testa. Adicionalmente, se espera que otras tesis de Maestría surjan a partir de los logros obtenidos en la presente línea de investigación.

Bibliografía

- [1] U. I. d. T. (UIT), “Unión Internacional de Telecomunicaciones.”
<https://www.itu.int/net/pressoffice/pressreleases/2014/23-es.aspx>, 10 2015.
- [2] M. Weiser, “Hot topics-ubiquitous computing,” *Computer*, vol. 26, pp. 71–72, Oct 1993.
- [3] Q. Z. Sheng, X. Qiao, A. V. Vasilakos, C. Szabo, S. Bourne, and X. Xu, “Web services composition: A decade’s overview,” *Information Sciences*, vol. 280, no. 0, pp. 218–238, 2014.
- [4] M. Viroli, “On competitive self-composition in pervasive services,” *Science of Computer Programming*, vol. 78, no. 5, pp. 556–568, 2013. Special section: Principles and Practice of

Programming in Java 2009/2010 & Special section: Self-Organizing Coordination.

[5] S. W. Loke, "Supporting ubiquitous sensor-cloudlets and context-cloudlets: Programming compositions of context-aware systems for mobile users," *Future Generation Computer Systems*, vol. 28, no. 4, pp. 619–632, 2012.

[6] F. Palmieri, "Scalable service discovery in ubiquitous and pervasive computing architectures: A percolation-driven approach," *Future Generation Computer Systems*, vol. 29, no. 3, pp. 693–703, 2013. Special Section: Recent Developments in High Performance Computing and Security.

[7] S. Najjar, M. K. Pinheiro, and C. Souveyet, "A New Approach for Service Discovery and Prediction on Pervasive Information System," *Procedia Computer Science*, vol. 32, pp. 421–428, 2014. The 5th International Conference on Ambient Systems, Networks and Technologies (ANT-2014), the 4th International Conference on Sustainable Energy Information Technology (SEIT-2014).

[8] G. Cassar, P. Barnaghi, W. Wang, S. De, and K. Moessner, "Composition of services in pervasive environments: A Divide and Conquer approach," in *Computers and Communications (ISCC), 2013 IEEE Symposium on*, pp. 000226–000232, July 2013.

[9] Wikipedia, "Industria 4.0 — Wikipedia, La enciclopedia libre," 2016. [Internet; descargado noviembre-2016].

[10] H.-I. Yang, R. Bose, A. (Sumi) Helal, J. Xia, and C. Chang, "Fault-Resilient Pervasive Service Composition," in *Advanced Intelligent Environments* (A. D. Kameas, V. Callagan, H. Hagraas, M. Weber, and W. Minker, eds.), pp. 195–223, Springer US, 2009.

[11] Oscar A. Testa, Efraín R. Fonseca C., Germán Montejano and Oscar Dieste, "Coordination of Ubiquitous Devices in Pervasive Environments: A Proposal Based on WS-CDL" in *38th International Conference of the Chilean Computer Science Society. SCCC 2019*.