

Coordinación de dispositivos de IoT para resolver problemas específicos de la distribución de energía eléctrica

Oscar Testa¹; Rubén Pizarro¹; Darío Segovia¹

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]@exactas.unlpam.edu.ar

Resumen

Este proyecto de investigación, deriva 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.

Como resultado de dicho proyecto de Investigación, se logró implementar un framework para la coordinación de dispositivos ubicuos, a través de la utilización de los estándares de SOA para servicios. Como parte de las líneas futuras de investigación de dicho proyecto, surgió la necesidad de realizar implementaciones en ambientes reales, donde se pueda poner a prueba dicho entorno.

Se plantea entonces, para este proyecto, la posibilidad de 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 distintas maquinarias que forman parte del servicio eléctrico (transformadores, cámaras o subestaciones) con el fin de prevenir accidentes que puedan dañar tanto los materiales como el servicio que brinda la empresa hacia la comunidad.

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 de maestría en ingeniería de software por la Universidad Nacional de San Luis.

Introducción

En la actualidad, las actividades cotidianas del hombre se han hecho dependientes de una gran cantidad de dispositivos electrónicos tales como: ordenadores personales, ordenadores portátiles, teléfonos móviles, PDAs, tabletas, sensores de muchas y diversas utilidades, entre otros; los cuales logran comunicarse entre sí gracias a diversos protocolos de comunicación inalámbrica, redes de celulares, redes de área local (LAN), redes de área extensa (WAN), Bluetooth, etc. Estamos en la presencia de nuevos dispositivos de comunicación, lo que conlleva un nuevo escenario social, donde la interacción permanente con estos elementos es ineludible. Por ejemplo, la cantidad de móviles

existentes en el mercado se aproxima a la cantidad de habitantes mundiales, según un informe de la Unión Internacional de Comunicaciones. En este informe, se estima que hasta finales del año 2014 hubo casi 7.000 millones de suscripciones de telefonía celular, lo que corresponde al 96 % de la población global; es decir, la cantidad de usuarios de telefonía móvil se acerca al número de personas que viven en el planeta [1].

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 computación orientada a servicios, y en particular los servicios web en ambiente de internet, proporcionan mecanismos para la composición de servicios. Dichos mecanismos, como las orquestaciones, son aspectos bien conocidos de la computación orientada a servicios que permiten construir sistemas de negocio complejos y aplicaciones a partir de una gran cantidad de servicios heterogéneos, simples y distribuidos. Podría pensarse que son aplicables a ambientes ubicuos. Sin embargo, en contextos como puede ser la Internet de las Cosas (IoT) donde los servicios son dinámicos, móviles, menos fiables y dependientes del dispositivo, los mecanismos de composición establecidos para servicios web no es directamente aplicable [8].

Adicionalmente la composición de múltiples dispositivos ubicuos presenta nuevos desafíos que no son compatibles con la composición de servicios web. 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. En ambientes ubicuos, la disponibilidad y confiabilidad de los dispositivos no puede ser garantizada. Todas estas dificultades hacen que la composición de dispositivos se transforme en un área de investigación muy importante donde los avances no han sido claros al día de hoy[3].

Finalmente existen distintos proyectos en la actualidad donde se intenta integrar sensores y dispositivos ubicuos a la vida cotidiana. Específicamente podemos mencionar la domótica, donde varios dispositivos y sensores deben actuar en coordinación para prevenir un incidente de seguridad (ya sea por robo o por incendio) en nuestros hogares. Sin embargo, existen áreas de aplicación más relevantes.

En la industria, existe lo que se llama Industria 4.0 [9], donde lo que se intenta es integrar dentro de una planta fabril la intercomunicación de todos los dispositivos que componen la cadena de producción con el fin de que coordinen entre ellos las tareas a realizar en base a los tiempos a cumplir, stocks disponibles, demanda en línea de los productos, etc. Otra área donde los dispositivos ubicuos están ganando importancia es la automotriz, donde los esfuerzos se enfocan en que distintos sensores monitoreen funciones vitales del conductor (como es el caso de presión arterial, pulsaciones, etc) y en caso de que detecten anomalías actúen en conjunto con otros dispositivos del vehículo para evitar accidentes.

En este sentido, y en esta investigación en particular es que abordamos 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 un sistema real de una distribuidora eléctrica, principalmente para el monitoreo y automatización de subestaciones transformadoras bajo nivel. Se decidió trabajar sobre este tipo de elementos en parte por la necesidad de la distribuidora y en parte por la complejidad media del proyecto.

Resultados y Objetivos

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.

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 mas 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].

Se plantea entonces que hoy en día la composición de servicios es aun mas compleja debido a la incorporación de estos dispositivos que se mencionan en el párrafo precedente. La composición tiene una complejidad mayor aun cuando se trata de servicios dependientes y especialmente en ambientes críticos.

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:

Darío Segovia, se espera que los resultados de este trabajo se vean reflejados en la Tesis de Maestría.

Se espera además, la generación de informes de investigación y conferencias con el objeto de difundir lo actuado. De la misma manera, se espera generar más aplicaciones en el campo de la ingeniería de software relacionadas con aspectos específicos del framework de composición propuesto y puesto a consideración en este trabajo.

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 de maestría y doctoral de alguno(s) de los investigadores. 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. Adicionalmente, se espera que otras tesis de Maestría, así como tesinas de Licenciatura 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. Najar, 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 4-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.