



Lámpsakos  
E-ISSN: 2145-4086  
lampsakos@amigo.edu.co  
Fundación Universitaria Luis Amigó  
Colombia

Portilla-Rosero, Byron; Guzmán Luna, Jaime Alberto  
UN ENFOQUE PARA LA CREACIÓN DE TAREAS ROBÓTICAS AUTOSANABLES  
BASADO EN EL PARADIGMA DE COMPUTACIÓN EN LA NUBE  
Lámpsakos, núm. 8, julio-diciembre, 2012, pp. 41-46  
Fundación Universitaria Luis Amigó  
Medellín, Colombia

Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=613965332006>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica  
Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal  
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

## UN ENFOQUE PARA LA CREACIÓN DE TAREAS ROBÓTICAS AUTO-SANABLES BASADO EN EL PARADIGMA DE COMPUTACIÓN EN LA NUBE

### APPROACH TO THE CREATION OF ROBOTIC TASK SELF-HEALING BASED ON CLOUD COMPUTING PARADIGM

**Mg. Byron Portilla-Rosero**

*Universidad Nacional de Colombia  
Medellín, Colombia*

**Ph.D. Jaime Alberto Guzmán Luna**

*Universidad Nacional de Colombia  
Medellín, Colombia*

(Recibido el 21/02/2012. Aprobado el 19/03/2012)

**Resumen.** Cada día se implementan nuevas tecnologías para dar solución a los requerimientos de los usuarios. Tal es el caso de la computación en la nube, que se basaba en el principio de ofrecer servicios a los clientes a través de la Internet y pueden ser accedidos desde cualquier lugar o sistema. Esta tecnología se ha puesto en marcha en varias áreas del conocimiento para dar soluciones a diversos problemas de carácter tecnológico o estructural. En este artículo se presenta una visión preliminar del estado en el que se encuentra la computación en la nube asociada con la robótica y cómo puede ser utilizada como medio de análisis para la creación de tareas robóticas.

**Palabras clave:** Análisis de fallas; Computación en la nube; Control de robots.

**Abstract.** Cloud computing is a new paradigm used to solve client requirements. This technology is based on providing services through Internet and these services can be used from any place and any systems. Furthermore this technology is implemented in many areas as a mean to solve technological and structural failures. This paper shows an approach about preliminary statement of cloud computing and robotic also it shows how this technology can be used how to analyze in the creation of robotic task.

**Keywords:** Cloud computing, failure analysis, robot control.

## 1. INTRODUCCIÓN

El crecimiento de las tecnologías orientadas a la Web ha hecho posible sobrepasar los paradigmas relacionados con la interacción de sistemas con los usuarios. Así mismo, han hecho posible realizar procesos de negocios en tiempo real, mejorar las capacidades internas y externas de múltiples entidades porque ofrecen sus productos y servicios.

Uno de los nuevos paradigmas asociados con estas tecnologías es la computación en la nube, que ha sido implementada para facilitar la interacción entre los procesos distribuidos de forma externa a una interfaz centralizada, donde no es necesario tener todo el conjunto de aplicaciones dentro de un solo sistema, sino diferentes sistemas que se ejecutan independientemente pero que, a la vez, puedan ser accedidos desde cualquier lugar y por cualquier otro sistema que lo requiera.

Una de las extensiones de la computación en la nube es los RaaS, robots como servicios [1]; con esto se pretende hacer una representación externa de manera que cada parte del robot sea constituida como una unidad dentro de la nube y, a partir de allí, identificar el comportamiento de cada una de las partes del robot para mejorar su comportamiento.

Con este enfoque es posible programar las tareas que uno o un conjunto de robots puede hacer para satisfacer los requerimientos de un usuario; sin embargo, es importante resaltar que esas tareas pueden ser interpretadas en varios contextos y enfoques diferentes. Por ello se puede incurrir en fallos que alteran el comportamiento final de los dispositivos y ocasionan anomalías en el desarrollo de las tareas. Por lo tanto, es necesario evitar estos fallos o controlarlos a través de retroalimentaciones asociadas con la construcción de las tareas de forma que éstas automáticamente se auto-sanen y se disminuyan los errores.

## 2. LA ROBÓTICA DENTRO DE LA COMPUTACIÓN EN LA NUBE

La RaaS ha hecho posible comprender de otra forma la estructura y el comportamiento de los robots con una arquitectura descentralizada. A través de esta representación, es posible interactuar con distintos robots para cumplir múltiples objetivos; no obstante, cuando un robot no puede satisfacer un requere-

rimiento de manera independiente, es necesario distribuir esa tarea a varios robots y de esta forma alcanzar el requerimiento. Sin embargo, estas tareas pueden presentar fallos orientados a tres características particulares como el contexto, la representación y la plataforma robótica.

La detección y análisis de las fallas han sido constantes y de los mayores obstáculos en el área informática. Con el aumento de la complejidad de los sistemas, mayor es el desafío para entenderlos y tratarlos puesto que demandan demasiado tiempo en su detección y en la construcción de su posible solución de manera manual; por lo tanto, a través de la literatura, se ha identificado una perspectiva basada en la computación automática para desplegar procesos automáticamente y brindar solución para una problemática. Dentro de este campo se encuentra el paradigma auto-sanable [2], que alude a técnicas que permiten que un sistema regrese a uno de sus estados de funcionamiento normal y determina qué medidas son necesarias para regresar a dicho estado. Las dos técnicas utilizadas dentro de este paradigma son: la búsqueda de errores hacia adelante y la búsqueda de errores hacia atrás y alcanzar un grado de libertad que hace posible retornar a un estado en el que el funcionamiento del sistema pueda ser recuperado [3], [4].

Cada sistema está propenso a fallas como las que afectan las aplicaciones, bases de datos, redes y comunicaciones, entre otros. Sin embargo, las nuevas tecnologías orientadas a la Web y los mismos sistemas robóticos no son libres a este fenómeno pues estos sistemas pueden ser vulnerables a fallos desde múltiples aspectos como la de un ambiente altamente variable y las características básicas de los servicios (QoS), así como el contexto donde se ejecuta el sistema robótico. A continuación se hace un repaso de los estados de falla que se evaluará con el modelo de auto-saneamiento.

### 2.1 Análisis de contexto

Desde el punto de vista del contexto una falla es una alteración del entorno robótico en el que desempeña una actividad. De acuerdo con la literatura, la evaluación del contexto es una actividad en la que se evalúa el conocimiento físico, computacional y de las tareas del usuario. La información requerida se obtiene de distintas fuentes y cada una difiere de la calidad de la información, lo que lo hace propenso a fallas [5].

La importancia de este enfoque radica en tener conciencia de la ubicuidad de los servicios y su actuación. Por lo tanto, se ha encontrado información sobre las valoraciones del contexto y cómo razonar para adquirir la información relacionada con el tema.

Uno de los aspectos que se ha tenido en cuenta para modelar el contexto es el rol que cumplen los objetos. Uno de los modelos utilizados es CML [6] [7], que fue desarrollado para el modelado conceptual de bases de datos. Además, permite capturar y razonar sobre información como perfiles de usuarios, datos estáticos o de sensado y adicionar datos de calidad. Este modelo razona a través de un conjunto de sentencias SQL y maneja la incertidumbre del contexto por medio de lógica trivaluada.

Otra forma de modelar la información del contexto es a través del espacio, que ha sido considerado como fundamental para la adquisición de información. Según [8], la definición de espacio puede ser considerada como: "dónde está, quién es y qué recursos están cerca". Por otro lado, el espacio es definido por [9] como el lugar central de las entidades del contexto, donde una entidad puede ser considerada como una persona, lugar u objeto relevante para la interacción entre un usuario y un sistema. Este modelado está conformado por descripciones físicas, localizaciones estáticas o móviles a través de sistemas de posicionamiento, aunque éstas pueden ser coordenadas geométricas o coordenadas simbólicas como una dirección física. En [10], se propone un modelo de ontologías territoriales para expresar modelos semánticos relacionados con la descripción del espacio.

El contexto del espacio permite razonar sobre la relación entre localización y espacio de un objeto en la que se analiza su posición, su rango y su objeto más cercano [11].

Finalmente, otra forma de modelar el contexto es a través de ontologías que han sido utilizadas ampliamente porque mejoran el razonamiento y las expresividades y usan expresiones simbólicas y lógica descriptiva [12]. Uno de los lenguajes utilizados es OWL, que se ha convertido en un estándar para la representación de dominios y son representados a través de clases, características particulares de los individuos (datatype properties) y relaciones entre individuos (object properties); además, permite el manejo de restricciones entre clases, de manera que sea posible el manejo de ambigüedades y mejorar la expresividad del conocimiento.

Una característica particular es que por medio de las ontologías se puede inferir un nuevo conocimiento a partir de las clases y propiedades definidas en el dominio; así mismo, es posible identificar inconsistencias del contexto.

## 2.2 Análisis de representación

Las fallas se presentan cuando las representaciones de los servicios o sus componentes ubicados en el entorno Web muestran alteraciones en su comportamiento como disponibilidad, reacciones de tiempo y latencia, entre otros, que, en su mayoría, son capturados a través de los parámetros no funcionales (QoS).

En el trabajo de [13], se presenta una framework orientado a servicios robóticos ubicuos (SURF). Este trabajo utiliza las redes de tareas jerárquicas HTN con el fin de integrar los servicios robóticos. Hacen uso de servicios Web para robots, redes de sensores y dispositivos como interfaz para acceder a ellos. La descripción del conocimiento se describe en el lenguaje OWL y se representan los parámetros de QoS que evalúan cada una de las partes del sistema de calidad.

Por otro lado, en el trabajo de [14], se presenta un modelo para componer servicios robóticos ubicuos automáticamente y se hace uso de un algoritmo de aprendizaje bayesiano para buscar la construcción de un plan composición a partir de la optimización del número de servicios y el número de parámetros que necesita cada servicio, es decir, sus entradas y salidas. La descripción de los servicios se hace en el lenguaje OWL-S. Este trabajo es extendido a una descripción de calidad [15] en la que se analiza la composición de servicios a través de tres criterios: costo, tiempo de respuesta y energía. A partir de estos criterios el compositor toma la decisión de cuál servicio utilizar.

El trabajo de [16], muestra el manejo de servicios robóticos por medio de arquitecturas orientadas a servicios; cada aplicación es configurada y reconfigurada con dispositivos móviles que acceden a una plataforma de servicios Web para que el usuario maneje los dispositivos de acuerdo con sus preferencias.

## 2.3 Análisis de arquitectura

Actualmente, la Web se ha convertido en el medio para unificar sistemas y representarlos por medio de procedimientos que permiten controlar de mane-

ra independiente los diferentes procesos asociados con dichos sistemas. Varias teorías se plantean para lograr una interacción entre sistemas, una de ellas es la que se enfoca a la robótica (RaaS) que trata de definir una nueva era en computación en la nube y alude al control de robots de manera distribuida a través de la Web. En los últimos años, se ha tratado de migrar distintas descripciones asociadas con los robots para operarlos con procesos remotos alrededor de un contexto particular.

En la literatura se han identificado investigaciones que tratan de acercarse a la representación de un robot como un aspecto particular de la nube, este es el caso de [1] en el que se plantea una arquitectura que para representar la granularidad de los sistemas robóticos; se trata de definir aquellos conceptos que están directamente asociados con la RaaS y cómo cada una de las descripciones de un robot puede ser representada como un proceso particular de la computación en la nube.

Por otra parte, en [17] se plantea framework, que identifica limitaciones asociadas con la versatilidad, capacidad y extensibilidad de los robots tradicionales; en este trabajo se plantean los robots como objetos programables disponibles en una red. Esto permite que el procesamiento de los datos se realice no como una secuencia sino como tareas particulares para cumplir ciertos procesos relevantes en una ejecución. Además, influye en el comportamiento del robot porque se satura de procesos innecesarios.

Finalmente, [18], también presenta un framework, para obtener las ventajas de la computación en la nube en cuanto a la escalabilidad y el paralelismo para ser utilizados en servicios robóticos. Con esto se pretende comunicar paralelamente diferentes servicios robóticos y reducir el procesamiento de la información en cuanto a la adquisición de la información y la generación de rutas.

### 3. UN ENFOQUE PRELIMINAR

El estudio de las arquitecturas orientadas a la Web ha permitido la extensión de los servicios a una representación en entornos reales como lo son los servicios robóticos (RaaS). Estos servicios pueden ser considerados como sistemas ubicuos con una alta probabilidad de fallas por la aleatoriedad de su entorno, su representación e interacción. Para lograr su composición, se ha hecho uso de técnicas de plani-

ficación en IA como HTN [19] y expansión por grafos [20] incluidas, en algunos casos, características de calidad para mejorar la selección de servicios.

Sin embargo, los servicios en ambientes dinámicos requieren de monitoreo constante y, además, en entornos reales se hace necesario que el servicio actúe de acuerdo con las necesidades de los usuarios y con su contexto. La importancia de esto es hacer que los servicios se acerquen a una buena representación de una tarea y buscar aquellos aspectos que describen su entorno para mejorar su funcionalidad. En un ambiente donde los servicios son descritos para robots, las actividades desarrolladas por éste deben acercarse a las características de los clientes y al contexto que requieran para alcanzar su objetivo.

Para mejorar las actuaciones de los servicios robóticos se hace indispensable contar con un mecanismo que permita, de manera automática, construir tareas robóticas auto-sanables que tengan en cuenta el contexto de los robots, su arquitectura y la representación de las tareas para adecuar la funcionalidad y estructura de los servicios a aquellos aspectos que le permitan alcanzar los objetivos requeridos. Un enfoque preliminar se presenta en la Figura 1.

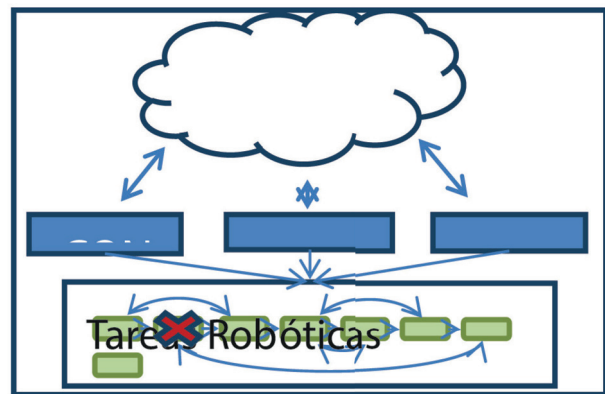


Fig. 1. Enfoque preliminar para la creación de tareas robóticas

En esta figura se representan los servicios que analizan el contexto, la representación y la arquitectura de los robots. Estos servicios se procesan de forma independiente en la Web sin comprometer los requerimientos de los dispositivos. A su vez, éstos permiten sugerir el conjunto de tareas que alcanzarán el objetivo final del robot. Sin embargo, estas tareas pueden fallar y es necesario reemplazarlas para construir nuevamente la tarea robótica.

#### 4. CONCLUSIONES

Actualmente, se están construyendo nuevas metodologías para la representación de servicios robóticos en un ambiente descentralizado, lo que implica describir las tareas robóticas de forma distribuida en un ambiente externo como es la Web, específicamente con el nuevo paradigma de las RaaS, lo que ha hecho posible representar plataformas robóticas y cada una de las tareas que hará el robot de manera independiente; no obstante, aunque existen técnicas de planificación en inteligencia artificial para componer las tareas, hasta el momento en la revisión del estado del arte no se ha encontrado un modelo que permita, con una tarea robótica compuesta, determinar una falla y auto-sanarla a partir del estado error y que alcance su objetivo de forma satisfactoria.

Por lo tanto, se plantea un enfoque preliminar que se fundamente en modelos auto-sanables para la creación de tareas robóticas con el paradigma de computación en la nube y sin dejar de lado los problemas de contexto, representación y arquitecturas de los robots.

#### REFERENCIAS

- [1] Y. Chen, Z. Du y M. García-Acosta, «Robot as a Service in Cloud Computing,» *International Symposium on Service Oriented System Engineering*, pp. 151-158, 2010.
- [2] S. Sharee, B. Laster, O. Ayodeji y B. Olatunji, «Autonomic Computing: Towards a Self-Healing System,» *Proceedings of the Spring 2007 American Society for Engineering Education Illinois-Indiana Section Conference*, 2007.
- [3] J. McCann y M. Huebscher, «A survey of Autonomic Computing - degrees, models and applications,» *Journal ACM Computing Surveys (CSUR)*, vol. 40, n° 3, 2008.
- [4] I. Al-oqily, S. Bani-Mohammad, B. Subaih y J. J. Alshaer, «A Survey for Self-Healing Architectures and Algorithms,» *Systems, Signals and Devices (SSD)*, pp. 1-5, 2012.
- [5] C. Bettini, O. Brdiczka, K. Henricksen, J. Indulska, D. Nicklas, A. Ranganathan y D. Riboni, «A survey of context modelling and reasoning techniques,» *Pervasive and Mobile Computing*, pp. 161-180, 2010.
- [6] K. Henricksen y J. Indulska, «Modelling and using imperfect context information,» in: *1st Workshop on Context Modeling and Reasoning (CoMoRea)*, 2004.
- [7] K. Henricksen y J. Indulska, «Developing context-aware pervasive computing applications: Models and approach,» *Pervasive and Mobile Computing*, pp. 37-64, 2006.
- [8] B. Schilit, N. Adams y R. Want, «Context-aware Computing Applications,» *Mobile Computing Systems and Applications*, pp. 85-90, 1994.
- [9] A. Dey, «Understanding and using context,» *Personal and Ubiquitous Computing*, 2001.
- [10] A. Frank, «Tiers of ontology and consistency constraints in geographical information systems,» *International Journal of Geographical Information Science*, vol. 15, n° 7, pp. 667-678, 2001.
- [11] C. Becker y F. Dürr, «On location models for ubiquitous computing,» *Personal and Ubiquitous Computing*, vol. 9, n° 1, pp. 20-31, 2005.
- [12] F. Baader, D. Calvanese, D. McGuinness, D. Nardi y P. Patel-Schneider, *The Description Logic Handbook: Theory, Implementation, and Applications*, Cambridge University Press, 2003.
- [13] Y. Ha, J. Sohn y Y. Cho, «Service-oriented integration of networked robots with ubiquitous sensors and devices using the semantic Web services technology,» *Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS 2005)*, vol. 2, n° 6, p. 3947 – 3952, 2005.
- [14] A. Yachir, K. Tari, A. Chibani y Y. Amirat, «Towards an Automatic Approach for Ubiquitous Robotic Services Composition,» *International Conference on Intelligent Robots and Systems*, pp. 3717-3724, 2008.
- [15] A. Yachir, K. Tari, Y. Amirat, A. Chibani y N. Badache, «QoS Based Framework for Ubiquitous Robotic Services Composition,» *International Conference on Intelligent Robots and Systems*, pp. 2019-2026, 2009.



- [16] V. Trifa, C. Cianci y D. Guinard, «Dynamic Control of a Robotic Swarm using a Service-Oriented Architecture,» 13th International Symposium on Artificial Life and Robotics (AROB 2008), 2008.
- [17] Z. Du, W. Yang, Y. Chen, X. Sun, X. Wang y C. Xu, «Design of a Robot Cloud Center,» Tenth International Symposium on Autonomous Decentralized Systems, pp. 261-275, 2011.
- [18] R. Arumugam, V. R. Enti, L. Bingbing, W. Xiaojun, K. Baskaran, F. F. Kong, S. Kumar, K. D. Meng y G. W. Kit, «DAvinCi: A Cloud Computing Framework for Service Robots,» International Conference on Robotics and Automation, pp. 3084-3089, 2010.
- [19] E. Sirin, B. Parsia, D. Wu, J. Handler y D. Nau, «HTN planning for web service composition using SHOP2,» Web Semantics, vol. 1, nº 4, pp. 377-396, 2004.
- [20] A. Blum y M. Furst, «Fast planning through planning graph analysis,» Artificial Intelligence, vol. 90, pp. 281-300, 1997.