

## HPC Serverless para tratamiento de datos provenientes del IoT

Nelson Rodríguez<sup>1</sup>, María Murazzo<sup>1</sup>, Diego Medel<sup>1</sup>, Fabiana Piccoli<sup>2</sup>, Lorena Parra<sup>1</sup>, Ana Laura Molina<sup>1</sup>, Adriana Martín<sup>1</sup>, Miguel Méndez Garabetti<sup>3</sup>, Pablo Gómez<sup>4</sup>, Joaquín Lebeti<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Departamento e Instituto de Informática - F.C.E.F. y N. - U.N.S.J.

<sup>2</sup> Departamento de Informática - F.C.F.M. y N – UNSL

<sup>3</sup> Instituto de Investigaciones, Facultad de Informática y Diseño, Universidad Champagnat

<sup>4</sup> Alumno Avanzado Licenciatura en Sistemas de Información y Cs. de la Computación - F.C.E.F. y N. - U.N.S.J.

Complejo Islas Malvinas. Cereceto y Meglioli. 5400. Rivadavia. San Juan, 0264 4234129

nelson@iinfo.unsj.edu.ar, marite@unsj-cuim.edu.ar, vdiego.unsj@hotmail.com, mpiccoli@unsl.edu.ar, lorenaparra152@yahoo.com.ar, almm95@gmail.com, adrianamartin1@gmail.com, mendez-garabettimiguel@uch.edu.ar, pablo.gomez.allende@gmail.com, lebejoaquin@gmail.com

### Resumen

Se ha demostrado que la ejecución de aplicaciones de HPC en el cloud es una opción viable a las arquitecturas paralelas o distribuidas convencionales, las cuales requieren un alto grado de administración, así como un pobre escalado de recursos.

El enfoque tradicional para un usuario usualmente es utilizar al proveedor de Cloud para aprovisionar máquinas virtuales (VM) empleándolas de manera similar a una infraestructura local, con el consiguiente problema de la administración de recursos sumado a la degradación de la performance de las aplicaciones por la contextualización de los ambientes virtualizados.

Serverless computing, permite a un usuario ejecutar código escrito en el lenguaje de programación de su elección, sin tener que aprovisionar primero una máquina virtual. Por otro lado, la elasticidad, disponibilidad, escalabilidad y la tolerancia a fallas son proporcionadas de manera transparente por el proveedor cloud. De esta manera es posible disminuir la complejidad de la administración de la infraestructura para el desarrollador, permitiéndole que se centre en la lógica de la

aplicación. Y además surgen ventajas económicas, al pagar solo por el tiempo de uso.

La presente línea de investigación se centra en el desafío de evaluar el costo, no solo monetario sino también de performance, de migrar aplicaciones de HPC a entornos serverless. Esta evaluación permitirá que se pueda tomar la decisión que infraestructura se usará con la finalidad que se obtenga el mejor beneficio de performance.

**Palabras clave:** *Serverless Computing, HPC, Cloud Computing, IoT*

### Contexto

El presente trabajo se encuadra dentro del área de I/D Procesamiento Distribuido y Paralelo y es una de las líneas de investigación internas, del proyecto: Computación Serverless para el tratamiento de datos provenientes de dispositivos de IoT, cuya propuesta ha sido aprobada y está en desarrollo para el período 2020-2021, y se ha extendido un año más.

Asimismo el grupo de investigadores viene trabajando en proyectos relacionados con la computación distribuida y de alta performance desde hace más de 21 años. Como

continuación del proyecto anterior: Orquestación de Servicios para la Continuidad Edge al Cloud, se continúa el trabajo con investigadores de otras universidades, lo cual favorece notablemente a todas las instituciones participantes.

## Introducción

La popularización de IoT y la masificación de las infraestructuras cloud durante el último tiempo se ha abierto un mundo de posibilidades para las aplicaciones HPC. Esto se debe a que los dispositivos IoT generan una gran cantidad de datos, los cuales se hace impráctico tratarlos con paradigmas tradicionales. Para lograr el procesamiento adecuado de estos datos con características de velocidad y tamaño importantes, se hace necesario prescindir de los paradigmas de programación tradicionales [1]. Es por ello que es necesario aplicar algoritmos que permitan aprovechar la escalabilidad de recursos de cómputo y procesamiento de datos [2] [3]. En este sentido se plantea como solución al procesamiento de datos provenientes del IoT, técnicas de computación de alta prestaciones (HPC) con el fin de aumentar la performance de procesamiento.

Los entornos HPC son ideales para resolver aplicaciones científicas, computacionalmente costosas con manejo de grandes cantidades de datos, a fin de lograr resultados en menor tiempo. Dadas estas características, estas arquitecturas son las mejores candidatas para procesar datos provenientes del IoT. Si bien, las arquitecturas HPC han evolucionado en pos de obtener mejores tiempos de respuesta para las aplicaciones, presentan el inconveniente del escalado, tanto vertical como horizontal, de recursos de cómputo. Es por ello que una alternativa es migrar al cloud [4].

Cloud Computing se ha caracterizado por ser una tecnología centrada en ofrecer cómputo bajo demanda como cualquier otro servicio. Esto es una ventaja para montar aplicaciones donde es necesario el procesamiento intensivo, tales como aquellas aplicaciones que procesen

y extraigan información de datos provenientes de dispositivos de IoT [5].

Los proveedores cloud alegan muchas ventajas en la migración de aplicaciones de HPC, como el acceso rápido a los recursos, costos más bajos y flexibilidad en la contratación y el aprovisionamiento de recursos. Un punto adicional es la seguridad, la cual, afirman es de alto nivel y en muchos casos muy difícil de implementar en la mayoría de los laboratorios, ya que tener personal de TI especializado en seguridad no es común [6].

Un aspecto más que lleva a la adopción del cloud como plataforma de despliegue de aplicaciones HPC es, mejorar la colaboración científica, es decir, facilitar la investigación colaborativa y la innovación; este aspecto ha sido el foco de este proyecto desde hace varios años al incorporar investigadores de otras universidades del país.

Otro tema es el potencial ahorro de tiempo que ofrece el cloud a los usuarios finales. Estos usuarios no necesitan preocuparse por actualizaciones de software, compatibilidad o parches de seguridad, pues todo esto es proporcionado de forma transparente.

Sin embargo, el cloud tiene dos grandes desventajas, la primera es la degradación de la performance de las aplicaciones al montarlas sobre arquitectura virtualizada, debido a que genera overhead en la contextualización de las máquinas virtuales; la segunda desventaja cuando se despliegan aplicaciones en el cloud, es que es responsabilidad de la organización mantener funcionando de forma correcta la infraestructura que se necesite para el despliegue de las aplicaciones, lo cual lleva a cargar costos sobre el presupuesto para su mantenimiento y soporte [7].

En este sentido, la aparición del Serverless Computing [8] logra que los desarrolladores no tengan que preocupar por el aprovisionamiento y escalado de la infraestructura, por lo que se pueden centrar en la lógica de sus aplicaciones. De esta forma es posible lograr la abstracción de la gestión de servidores (aprovisionamiento, configuración, escalado, etc.) para que los

usuarios, en este caso desarrolladores, puedan enfocarse en la lógica de sus aplicaciones.

### **HPC Serverless**

Se ha mencionado en párrafos anteriores las ventajas y desventaja de migrar aplicaciones HPC al cloud. Sin embargo, el tiempo y el esfuerzo necesarios para configurar los recursos virtuales pueden ser mayores que el tiempo y el esfuerzo reales dedicados a hacer los cálculos. En contraposición, si se usa el paradigma serverless, será posible tener control más granular sobre el servicio prestado al dejar en manos del proveedor cloud la administración de la infraestructura.

En [9], se ha realizado un mapeo sistemático de 89 casos de uso donde se aplicó el paradigma serverless, para resolver problemas en su mayoría que se encuadran en HPC. Pero hay escasa información sobre una comparativa de performance entre las aplicaciones ejecutándose sobre paradigma serverless frente a las mismas aplicaciones ejecutándose sobre una infraestructura cloud tradicional, en la cual se pueda hacer un análisis de comportamiento para posteriormente decidir cuál es la mejor solución para ejecutar aplicaciones HPC

Otro punto ventajoso de serverless, pero que por ahora no es motivo de análisis de la presente propuesta, es el tiempo de desarrollo para las soluciones, dado que serverless permite que cada función pueda estar implementada en un lenguaje de programación diferente, en este caso se puede involucrar más desarrolladores a los proyectos.

### **Líneas de Investigación, Desarrollo e Innovación**

La presente línea de investigación usa como punto de partida [10] y profundiza las tareas de investigación en base a [11], [12], [13], entre otras de los últimos años, en las cuales se han explorado y evaluado el rendimiento del uso de serverless en aplicaciones HPC. Si bien estos estudios demuestran que serverless es fácil de usar y económico, no se ha cuantificado su

efectividad sobre el enfoque convencional de aplicaciones corriendo en cloud.

En función de esta problemática el grupo de trabajo abordará esta problemática mediante la evaluación del comportamiento de las aplicaciones HPC ejecutándose en sobre infraestructura cloud tradicional contra serverless.

Para realizar esta tarea se realizará un análisis de los productos serverless que ofrece el mercado y de la factibilidad de ejecutar en ellos aplicaciones HPC que sean capaces de procesar datos provenientes de dispositivos IoT. Realizada esta tarea y seleccionado el proveedor cloud se realizará la evaluación en función de diferentes cargas de trabajo, diferentes tipos de datos, diferentes tipos de problemas y diferentes soluciones HPC tradicionales.

La metodología a seguir será experimental deductiva, lo cual permitirá analizar cómo se comportan las aplicaciones en diferentes entornos de ejecución.

## **Resultados y Objetivos**

### **Resultados Obtenidos**

Durante los últimos catorce años se trabajó en el área de Computación de Altas Prestaciones y distribuidas, en particular sobre análisis de diversas arquitecturas paralelas y distribuidas, tales como: Cloud Computing, Cluster de commodity, arquitecturas distribuidas y paralelas de bajo costo y fog computing.

El proyecto marco de esta línea de investigación, se inició hace dos años, el mismo tiene como temática principal a Serverless Computing. A partir de distintos análisis y debates en el grupo, se inició la línea de investigación del presente trabajo.

El grupo ha realizado varias publicaciones en esta área: ocho trabajos de investigación en Congresos y Jornadas, se realizaron tres publicaciones en revistas científicas y se transfirieron los resultados mediante conferencias en eventos científicos.

Se han aprobado dos tesinas de grado, se incorporó un becario de investigación categoría alumno y otra beca está en evaluación.

### Objetivos

El objetivo del grupo de investigación es realizar un análisis de costos y performance en la ejecución de aplicaciones de HPC sobre serverless. Estas aplicaciones se plantean como aquellas capaces de manejar una gran cantidad de datos provenientes de dispositivos IoT, por lo que la variabilidad de la carga de trabajo también es un aspecto a evaluar.

De esta manera será posible evaluar la factibilidad de usar serverless para correr aplicaciones de HPC que posean cargas de trabajo variable.

### Formación de Recursos Humanos

El equipo de trabajo de esta línea de investigación está compuesto de siete investigadores que figuran en este trabajo de las universidades Nacional de San Juan y Nacional de San Luis y dos alumnos de grado. Además, el proyecto marco donde se está desarrollando esta propuesta incluye a dos investigadores más de la Universidad Nacional de Salta, de la Universidad Champagnat y tres alumnos de grado.

Se está desarrollando una tesis doctoral sobre paralelismo híbrido y Big Data, una tesis de maestría en áreas afines y seis tesinas de grado en el área de Serverless computing, Concurrencia y Computación distribuida, en particular una sobre evaluación de la migración de HPC en el cloud a serverless y otra sobre bases de datos NewSQL.

Además se espera aumentar el número de publicaciones y se prevé la divulgación de varios temas investigados por medio de cursos de postgrado y actualización o publicaciones de divulgación y asesoramiento a empresas y otros organismos del estado.

### Referencias

- [1] Farhan, L., Kharel, R., Kaiwartya, O., Quiroz-Castellanos, M., Alissa, A., & Abdulsalam, M. (2018, July). A concise review on Internet of Things (IoT)-problems, challenges and opportunities. In 2018 11Th International Symposium On Communication Systems, Networks & Digital Signal Processing (CSNDSP) (pp. 1-6). IEEE.
- [2] Medel, D., Murazzo, M. A., Molina, A. L., Sánchez, F., Cornejo, M., Rodríguez, N. R., ... & Piccoli, M. F. (2019). La Computación de Alta Performance como soporte a los sistemas altamente distribuidos. In XXI Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación (WICC 2019, Universidad Nacional de San Juan).
- [3] Barrionuevo, M., Escalante, J., Lopresti, M., Lucero, M., Miranda, N. C., Murazzo, M. A., & Piccoli, M. F. (2020). Solución de grandes problemas aplicando HPC multitecnología. In XXII Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación (WICC 2020, El Calafate, Santa Cruz).
- [4] de Souza Cimino, L., de Resende, J. E. E., Silva, L. H. M., Rocha, S. Q. S., de Oliveira Correia, M., Monteiro, G. S., ... & de Castro Lima, J. (2017, November). IoT and HPC integration: revision and perspectives. In 2017 VII Brazilian Symposium on Computing Systems Engineering (SBESC) (pp. 132-139). IEEE.
- [5] Biswas, A. R., & Giaffreda, R. (2014, March). IoT and cloud convergence: Opportunities and challenges. In 2014 IEEE World Forum on Internet of Things (WF-IoT) (pp. 375-376). IEEE.
- [6] Añel, J. A., Añel, J. A., Montes, D. P., Iglesias, J. R., & Romano. (2020). Cloud and Serverless Computing for Scientists. Springer International Publishing.
- [7] Malla, S., & Christensen, K. (2020). HPC in the cloud: Performance comparison of function as a service (FaaS) vs infrastructure as a service (IaaS). Internet Technology Letters, 3(1), e137.
- [8] Baldini, I., Castro, P., Chang, K., Cheng, P., Fink, S., Ishakian, V., ... & Suter, P. (2017). Serverless computing: Current trends and open

problems. In *Research advances in cloud computing* (pp. 1-20). Springer, Singapore.

[9] Eismann, S., Scheuner, J., Van Eyk, E., Schwinger, M., Grohmann, J., Herbst, N., ... & Iosup, A. (2020). A review of serverless use cases and their characteristics. *arXiv preprint arXiv:2008.11110*.

[10] Rodríguez, N. R., Murazzo, M. A., Medel, D., Parra, L., Molina, A. L., Sánchez, F., ... & Vargas, L. (2021). Procesamiento paralelo sobre arquitecturas serverless para tratamiento de datos provenientes del IoT. In *XXIII Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación (WICC 2021, Chilecito, La Rioja)*.

[11] Niu, X., Kumanov, D., Hung, L. H., Lloyd, W., & Yeung, K. Y. (2019, September). Leveraging serverless computing to improve performance for sequence comparison. In *Proceedings of the 10th ACM International Conference on Bioinformatics, Computational Biology and Health Informatics* (pp. 683-687).

[12] Spillner, J., Mateos, C., & Monge, D. A. (2017, September). Faaster, better, cheaper: The prospect of serverless scientific computing and hpc. In *Latin American High Performance Computing Conference* (pp. 154-168). Springer, Cham.

[13] Chard, R., Skluzacek, T. J., Li, Z., Babuji, Y., Woodard, A., Blaiszik, B., ... & Chard, K. (2019). Serverless supercomputing: High performance function as a service for science. *arXiv preprint arXiv:1908.04907*.