

# Convergencia entre Grid Computing y Cloud Computing

Martín Chuburu\*    Pablo Davicino\*    Javier Echaiz    Jorge Ardenghi

Laboratorio de Investigación de Sistemas Distribuidos (LISiDi)  
Departamento de Ciencias e Ingeniería de la Computación  
Teléfono: +54 291 4595135, Fax: +54 291 4595136  
Universidad Nacional del Sur, Bahía Blanca (8000), Argentina  
{mic,pmd,je,jra}@cs.uns.edu.ar

\* Becarios de la Comisión de Investigaciones Científicas (CIC) de la Provincia de Buenos Aires

## Resumen

La disponibilidad de recursos computacionales conectados a través de Internet y redes WAN reviste un especial interés, principalmente en el marco de la infraestructura Web 2.0, la cual permite que los usuarios puedan acceder a estos recursos por medio de interfases más intuitivas. De esta manera, la nueva forma de hacer computación en Internet resulta más orientada a servicios que a aplicaciones. En este contexto, emerge un nuevo modelo de gestión de recursos: *Cloud Computing*; en el que grandes organizaciones ofrecen sus recursos computacionales a cambio de un rédito económico. Sin embargo, el aumamiento de los recursos distribuidos sobre redes de gran amplitud no es un concepto nuevo: *Grid Computing* cubre varios de estos aspectos desde hace más de una década. En este artículo se comparan ambos modelos con el fin de determinar similitudes, diferencias y posibilidades de integración.

## 1. Introducción

En los últimos años, grandes redes comerciales como *Amazon* y *Google* han crecido considerablemente dentro de Internet, abarcando cada vez una mayor cantidad de organizaciones junto con sus redes de recursos. Esto ha producido la concepción de un nuevo modelo de negocios: la provisión de recursos de procesamiento, red, almacenamiento e incluso software, para los usuarios u organizaciones que lo requieran, dando lugar a lo que hoy se conoce como *Cloud Computing*.

Sin embargo, la esencia de esta idea existe desde hace más de 10 años bajo el nombre de *Grid Computing*. En este esquema, las redes pertenecientes principalmente a universidades y centros de investigación, reúnen los recursos conectados a las mismas con el fin de poder brindar soporte a problemas que requieran un uso intensivo de procesamiento y/o almacenamiento. Estas redes se organizan como *Organizaciones Virtuales* (VOs) con el fin de proveer un acceso controlado a los recursos distribuidos que serán compartidos por los usuarios y programas dentro de la misma. A su vez, varias VOs pueden conectarse para beneficiarse mutuamente ampliando así su rango de disponibilidad. En este marco, tareas y/o datos pertenecientes a una VO podrían encontrarse alojados dentro de la misma o distribuidos en varias VOs cooperando de forma biunívoca.

*Cloud Computing* constituye la continuidad de esta idea pero en el plano comercial. Grandes empresas como Amazon y Google permiten que una fracción de sus recursos sean utilizados bajo la condición de abonar un determinado monto por dicho derecho. Los recursos pertenecen únicamente a la organización que los provee, limitando a las entidades que los requieren a la utilización de los mismos. Este mecanismo resulta antagónico con respecto al enfoque colaborativo propuesto por grid, en donde cada nodo utiliza y provee de los mismos al sistema. En este escenario se prioriza la colaboración sobre el potencial rédito económico que podría obtenerse.

Como se puede apreciar, la idea de agrupamiento de recursos es esencialmente la misma en ambos esquemas, diferenciándose principalmente por el entorno y la finalidad con que es concebido cada sistema. Es por eso que en la siguiente sección se detallan algunas de estas diferencias, utilizando como parámetros la arquitectura, gestión de recursos y modelo de seguridad.

En la sección 3 se plantean líneas de investigación relativas a la posibilidad de integración entre estos dos sistemas, basadas en la comparación presentada en la sección 2.

## 2. Comparación Grid vs. Cloud

En esta sección, se analizarán distintos aspectos relacionados tanto con Grid como con Cloud, con el fin de poder observar diferencias y similitudes que presentan los mismos.

### 2.1. Arquitectura

Básicamente ambos modelos proponen el agrupamiento de los recursos conectados a Internet, con el fin de proveer una vista abstracta de una única facilidad capaz de proveer diversos recursos computacionales. Es por eso que en ambas arquitecturas son necesarias al menos tres capas: una capa inferior encargada de gestionar los recursos de manera directa, una capa media que actúe como intermediario entre los recursos y las aplicaciones, y por último una capa superior que provea las aplicaciones que los usuarios necesiten para poder utilizar el sistema.

En *Grid Computing*, Ian Foster [1] propuso una arquitectura basada en capas, en la que en el nivel inferior se encuentra una capa denominada *fabric*, encargada de tratar con los recursos de manera directa. Adicionalmente, la arquitectura propuesta cuenta con las capas intermedias *connectivity* (que provee comunicación segura), *resource* (destinada a la alocaión y monitoreo de los recursos) y *collective* (que reúne información sobre los recursos para poder acceder a ellos). Finalmente, la capa *application* que se ubica por encima de las capas medias, contiene las aplicaciones que el usuario utiliza. Esta capa interactúa con las capas inferiores con el fin de poder acceder a los recursos.

*Cloud Computing* sigue una estructura similar, brindando servicios en tres niveles diferentes [2]: 1) *Infrastructure as a Service* (IaaS) provee servicios básicos de cómputo y almacenamiento para ejecutar aplicaciones de usuarios o almacenar datos. Este nivel constituye el más bajo ofrecido al usuario, pero se encuentra por encima de la capa encargada del manejo directo de los recursos a cargo de los servidores del *cloud*. Ejemplo de esto, son los servicios de Amazon EC2 (*Elastic Compute Cloud* [3]) y S3 (*Simple Storage Service* [4]). 2) *Platform as a Service* (PaaS) ofrece un ambiente integrado, de más

alto nivel que IaaS, para el desarrollo de aplicaciones. Un ejemplo de esto es el *Google's App Engine* [5] que permite a los usuarios desarrollar aplicaciones web, en el propio sistema provisto por *Google*. 3) *Software as a Service* (SaaS) provee software de propósito especial accesible para los usuarios a través de Internet. Un ejemplo de esto son las *Google Apps* [6] entre las que se encuentran aplicaciones para la visualización y edición de documentos, manejo de calendarios y creación de páginas web con funcionalidades básicas.

## 2.2. Gestión de recursos

El objetivo de *Grid Computing* es proveer un conjunto estándar de servicios y software que permita compartir recursos de procesamiento y almacenamiento, recursos que se encuentran distribuidos geográficamente y que pertenecen a distintas organizaciones aglutinadas bajo una VO. Cada una de las mismas posee su propia plataforma de soporte de recursos y en todo momento se pueden sumar nuevas organizaciones al grid, aportando al mismo sus propios recursos. De esta forma, el entorno grid se caracteriza por su dinamismo y heterogeneidad en lo que a administración de recursos respecta.

En *Cloud Computing*, típicamente la provisión de recursos está a cargo de una única organización por lo que ésta propone su propia implementación del Cloud. En este sentido, a diferencia de Grid, no resulta claro si los recursos están sujetos o no a un control centralizado, y si se utilizan protocolos o estándares abiertos.

## 2.3. Modelo de seguridad

Ambos sistemas ofrecen su capacidad de almacenamiento y cómputo a otros sitios o usuarios que lo requieran (independientemente de que se cobre por ello o no), por ello es necesario asegurar tanto la confidencialidad de los datos almacenados como de los generados por aplicaciones ejecutadas en los mismos.

Con respecto a *Cloud*, no resulta claro como éste administra las cuestiones de seguridad en lo que refiere a confidencialidad de la información, dado que el mismo representa una facilidad de cómputo abstracta. Aquellas VOs que implementen el Cloud serán las responsables de proveer al menos un contrato de confidencialidad en el contexto de procesamiento o almacenamiento de información. Dada la alta dependencia del Cloud con los modelos económicos, en estos pueden surgir cuestiones adicionales de seguridad como por ejemplo el mecanismo utilizado para abonar la utilización del Cloud por parte de usuarios finales u organizaciones. En este contexto, se utilizan protocolos estándar de seguridad para web (como SSL, *Secure Sockets Layer*) en el momento de realizar la transacción de pago y, de forma general, en la administración y utilización de cuentas de usuario.

En contraste, en *Grid*, dado que el objetivo es la cooperación en lo que a gestión de recursos respecta, la utilización de protocolos y estándares resulta ser el enfoque utilizado, por lo que este tipo de sistemas posee un mayor grado de confiabilidad. En este sentido, en Grid existe una infraestructura de seguridad más afianzada, como son los protocolos GSI (*Grid Security Infrastructure*) basados en clave pública (PKI), utilizados principalmente para la autenticación de usuarios, protección de comunicaciones y esquemas de autorización.

### 3. Conclusiones y líneas a explorar

A lo largo de este artículo, se han analizado brevemente cómo las tecnologías grid y cloud no resultan disjuntas sino que presentan ciertos puntos de solapamiento. Se ha especificado el punto en el que los objetivos de ambas divergen, esto es, la economía de escala. Basado en este aspecto, se ha aducido cómo el cloud resulta en una facilidad abstracta que provee servicios o recursos a entidades que lo requieren a cambio de una retribución económica. Por esta razón, el incentivo de cooperación de Grid propone un enfoque distinto por el cual en ese aspecto la diferencia entre ambos resulta latente.

Como se ha visto en el artículo, una de las principales ventajas de Grid Computing es la colaboración propiciada por las posibilidades de interoperabilidad que hay entre las VOs que forman parte de ella. En el ámbito académico existen diversos proyectos de integración en grid del cual forman parte decenas de universidades. Los sistemas cloud actuales carecen de esta característica por su propia naturaleza de concepción, sin brindar información acerca de su organización interna. En este contexto, resulta de interés poder potencialmente explorar las posibilidades de integración, mediante el desarrollo de interfases estándar y protocolos para la comunicación entre los distintos clouds existentes y aquellos que se establezcan en el futuro.

En esta línea de investigación proponemos tomar lo mejor de los dos mundos: la usabilidad, simplicidad de arquitectura, y escalabilidad por demanda del cloud y la experiencia previa en la virtualización de recursos del grid, en pos de construir infraestructuras que permitan ofrecer mejores servicios de cómputo mediante Internet. Clouds y grids no son paradigmas opuestos sino complementarios.

### Referencias

- [1] I. Foster, C. Kesselman, S. Tuecke. The anatomy of the Grid: Enabling scalable virtual organization. The International Journal of HPC Applications, 15(3):200-222, 2001.
- [2] "What is Cloud Computing?", Whatis.com.  
[http://searchsoa.techtarget.com/sDefinition/0,,sid26\\_gci1287881,00.html](http://searchsoa.techtarget.com/sDefinition/0,,sid26_gci1287881,00.html), 2008.
- [3] Amazon Elastic Compute Cloud (Amazon EC2), <http://aws.amazon.com/ec2>, 2008.
- [4] Amazon Simple Storage Service (Amazon S3), <http://aws.amazon.com/s3>, 2008.
- [5] Google App Engine, <http://code.google.com/appengine/>, 2008.
- [6] Google Apps, <https://www.google.com/a/>.
- [7] Ian Foster, Yong Zhao, Ioan Raicu y Shiyong Lu. Cloud Computing and Grid Computing 360-Degree Compared, 2008.
- [8] ETSI Grid Technical Committee. Grid and Cloud Computing Technology: Interoperability and Standardization for the Telecommunications Industry. Reporte técnico para The European Telecommunications Standards Institute, 2009.
- [9] Eddy Caron, Frederic Desprez, David Loureiro y Adrian Muresan. Cloud Computing Resource Management through a Grid Middleware: A Case Study with DIET and Eucalyptus. IEEE International Conference on Cloud Computing., pag 151-154, 2009.
- [10] Marc-Elian Bégin. An EGEE comparative study: Grids and clouds - evolution or revolution? Technical report, CERN - Engineering and Equipment Data Management Service, June 2008.