

Grid Computing

Vanessa Hamar^{1,2}

¹*Centre de Physique des Particules de Marseille, 163 Avenue de Luminy Case 902
13288 Marseille, France*

hamar@cprm.in2p3.fr

²*Centro Nacional de Cálculo Científico Universidad de Los Andes
Corporación Parque Tecnológico de Mérida, Mérida 5101, Venezuela*

Resumen. La idea acerca de Grid Computing, o Grid, no es reciente, aunque en los últimos años su auge ha ido en aumento, a tal punto de convertirse en una herramienta que permite a los usuarios, en su mayoría científicos, el uso de recursos heterogéneos, tanto de calculo, almacenamiento como el ancho de banda, que están distribuidos geográficamente. Actualmente los Grids son utilizados, permitiendo solventar problemas complejos, asegurando que los datos son manejados de manera integra y segura gracias a que se utilizan estándares. En este artículo se presentan los conceptos básicos relacionados los Grids, se esbozan ciertos acontecimientos relacionados con su surgimiento, se presenta una breve comparación entre los conceptos de Grid Computing y *Cloud Computing*, al final se describen dos de los *middlewares* disponibles a los usuarios que pertenecen al proyecto EELA2¹.

Palabras claves: *Grid Computing, middleware, gLite, DIRAC*

1. Introducción

Los científicos hoy en día se encuentran con problemas cada vez más complejos por lo cual requieren de un mayor poder de calculo, el analizar grandes cantidades de datos y por ende de mayor capacidad de almacenamiento. Aunado a esto, están distribuidos en todo el mundo, surge la necesidad de compartir información. Para cubrir estas necesidades han surgido el concepto de Grid Computing o Grid.

El Grid, que no son mas que otra forma de computación distribuida, permite la integración de recursos heterogéneos de organizaciones distribuidas geográficamente, utilizando Internet como una plataforma de servicios de computación y no solo como una fuente de información.

Entre las ventajas que de los Grids, el hecho de permitir que recursos heterogéneos sean integrados hace que el uso de los recursos ociosos aumente la capacidad de calculo de las organizaciones sin que estas tengan que hacer grandes inversiones para la compra de nuevos recursos. Otra ventaja es que los usuarios pueden acceder al Grid desde un único punto de entrada o interfaz desde cualquier parte del mundo.

¹ <http://www.eu-eela.eu/>

Otra ventaja es el poder integrar recursos de control o equipos que generan data en tiempo real permitiendo el analizar los datos casi en tiempo real, por ejemplo telescopios.

Los Grids involucran organizaciones e individuos que comparten recursos, estos recursos deben ser integrados y coordinados sin dejar de ser autónomos, flexibles y seguros, estas características conllevan a que los procedimientos a seguir por dichas organizaciones sean estandarizados. Cabe destacar que los Grids no solo involucran recursos computacionales, también involucran una gran cantidad de recursos humanos que deben trabajar en la misma dirección.

En este artículo se exponen brevemente los antecedentes en la sección 2, los conceptos básicos relacionados con los Grids en la sección 3; en la sección 4 se esbozan algunos de los puntos clave en la seguridad en los Grids; en la sección 5 se hace una comparación entre Grid Computing y el *Cloud Computing*. En la última sección se describen algunos detalles acerca de dos de los *middlewares* disponibles para los usuarios del proyecto EELA2, gLite² y DIRAC³.

2. Antecedentes

Una definición temprana acerca de este concepto fue dada por Len Kleinrock en 1969: "Probablemente veremos el esparcimiento de las utilidades de computación tal como se presentan la electricidad y el teléfono, como servicios individuales en casas y oficinas a través de todo el país". [1]

El término Grid Computing originado a comienzos de los años 90s se expuso como una metáfora donde el acceso al poder de cómputo debe ser tan fácil como el acceso de los usuarios a la red eléctrica. [2]

En los años 90 empiezan a surgir proyectos siguiendo la idea de este tipo de computación, el primer proyecto que utilizó cientos de computadores independientes para crear códigos encriptados fue el llamado distributed.net, mejor conocido como dnet en 1997.

La primera definición de Grid Computing fue dada por Ian Foster y Carl Kesselman a comienzos de 1998: "Un Grid computacional es una infraestructura de hardware y software que provee acceso consistente a bajo costo a recursos computacionales de alto nivel".

El segundo proyecto exitoso y popular en la historia de la computación distribuida es el SETI@home_project⁴, el cual reunió más de dos millones de personas voluntarias distribuidas en todo el mundo que instalaron el agente de software desde que el proyecto comenzó en mayo de 1999. Probando de esta manera que la computación distribuida puede acelerar los resultados de los proyectos computacionales manteniendo los costos a niveles manejables.

Ian Foster, Carl Kesselman and Steve Tuecke, son reconocidos como los padres del Grid [3], siendo los líderes en el desarrollo del *Globus Toolkit*⁵, el cual incorpora no

² <http://glite.web.cern.ch/glite/>

³ <https://twiki.cern.ch/twiki/bin/view/LHCb/DIRAC3Site>

⁴ <http://setiathome.berkeley.edu/>

⁵ <http://www.globus.org/>

solo la capacidad de calculo sino también la capacidad de almacenamiento, aspectos de seguridad y monitoreo. Su diseño permite el desarrollo de servicios utilizando la misma infraestructura, como por ejemplo diferentes mecanismos de notificación, servicios de información de los estados del Grid, etc. *Globus Toolkit* es el estándar de facto para la construcción de las herramientas. [4]

3. Grid Computing

De acuerdo a las ideas expresadas en la sección anterior, el Grid puede definirse como: “Un sistema de software y hardware heterogéneos que permite compartir recursos de calculo y de almacenamiento utilizando la red para solucionar problemas de usuarios que pertenecen a una o varias organizaciones que están distribuidas geográficamente”.

Siguiendo las similitudes de los Grids con las redes eléctricas, los Grids deben poseer ciertas características: La conexión debe estar disponible en cualquier momento y desde cualquier lugar, debe ser altamente confiable, seguro, transparente y fácil de usar por los usuarios.

En el artículo “*What is a Grid? A Three Point Checklist*” [2] Ian Foster hace referencia a los tres puntos siguientes:

1. Recursos de calculo no son administrados de una manera centralizada.
2. Se utilizan estándares abiertos
3. La calidad del servicio a alcanzar no es trivial.

De el primer punto y lo expresado en la definición se puede concluir que el hardware que puede ser parte del Grid al ser heterogéneo y estar distribuido geográficamente constituye una gran ventaja, el poder integrar todo tipo de recursos aumenta las capacidades de computo. También se puede decir que se adicionan ciertas particularidades: la administración es hecha por diferentes individuos con diferentes practicas de seguridad y modos de administración, además estos recursos están expuestos a fallas y conectados a diferentes redes.

El software por su parte, agrupa tanto los recursos como las aplicaciones, los CPUs, etc; debe permitir que estos estén disponibles en todo momento a los usuarios y a las aplicaciones de manera sencilla y segura. El hecho que se utilicen estándares abiertos hace que este al alcance de todas las organizaciones.

La calidad del servicio que debe ser provisto por los Grids debe cumplir con las expectativas de los usuarios y de las organizaciones, garantizando la seguridad y la integridad de datos, la detección de intrusos, garantizar el rendimiento, monitorear los recursos, balanceo de cargas, manejo de fallas, manejo de recursos y muchos otros factores.

Entre los conceptos relacionados a los Grids, se encuentran las organizaciones virtuales (VOs por su siglas en ingles) estas corresponden a las organizaciones virtuales creadas entre una o más organizaciones que comparten recursos, los usuarios de estas VOs pueden pertenecer a mas de una VO.

Un dominio administrativo es una colección de recursos controlados por un único grupo de soporte encargado de la instalación, mantenimiento, seguridad, los que

poseen acceso como administradores del sistema. Los recursos de una organización virtual son aquellos disponibles a los usuarios de esta VO.

El *middleware* corresponde a una capa que sirve de mediadora entre los recursos distribuidos y los usuarios. Es una herramienta de software que ofrece un conjunto de tecnologías que permiten el desarrollo incremental de herramientas Grid y las aplicaciones, además de definir y estandarizar los protocolos del Grid y los APIs, enfocándose en aspectos relativos a las relaciones entre dominios administrativos, no a clusters, es decir a recursos colaborativos utilizados por múltiples organizaciones, que sean integrados con los dominios internos de cada dominio creando una capa de servicio colectivo.

4. Estándares

Los Grids son de naturaleza dinámica, esto quiere decir cambia constantemente, se agregan usuarios, se incluyen y se eliminan recursos, hace que la estandarización en esta área sea de una gran importancia.

La estandarización también permite asegurar la interoperabilidad entre los diferentes *middlewares* e implementaciones, permitir al usuario utilizar los componentes que requieran, y funcional en diversas plataformas.

Globus Alliance, y sus socios, publicó una serie de estándares que incluyen:

- *Open Grid Services Architecture* (OGSA), que son un conjunto de estándares y protocolos que definen técnicamente como debe ser el desarrollo de Grids a nivel mundial. OGSA aprovecha los *Web services*, con el fin de permitir la cooperación a gran escala y acceso a aplicaciones sobre Internet.
- Un conjunto de especificaciones diseñadas para integrar Grid y estándares de *Web services*. Las nuevas especificaciones del WS-notation y WS-Resource Framework proveen una infraestructura basada en estándares que permite a los usuarios compartir recursos de computación tanto dentro o fuera de su organización vía Internet. [5]

4.1 Estándares utilizados por la herramienta Globus

La herramienta Globus, ha sido implementada utilizando estándares provistos por organizaciones tales como *Internet Engineering Task Force* (IETF) ⁶, *World Wide Web Consortium* (W3C)⁷, *Organization for the Advancement Standards* (OASIS)⁸ y el *Global Grid Forum* (GGF) ⁹. Actualmente, convergen los estándares de Grid y los estándares de *Web services*. Como ejemplo de los protocolos y estándares involucrados en el desarrollo de los *middleware* se describen algunos de los relacionados con la herramienta Globus.

⁶ <http://www.ietf.org/>

⁷ <http://www.w3.org>

⁸ <http://www.oasis-open.org>

⁹ <http://www.globalgridforum.org>

- **SSL/TLS v1** (*Secure Sockets Layer (SSL v2/v3) / Transport Layer Security (TLS v1)*) (IETF) Son protocolos de criptografía que permiten establecer una conexión segura durante la transferencia de datos a través de Internet.
- **LDAP v3** (*Lightweight Directory Access Protocol*) (IETF) es un protocolo que se utiliza para consultar y modificar servicios de directorio sobre TCP-IP.
- **X.509 Proxy Certificates** (IETF) es el estándar utilizado para las infraestructuras de llave pública (PKI por sus siglas en inglés), especifica cuales son los formatos estándares para los certificados de clave pública y el algoritmo que se utiliza para la validación de los certificados.
- **HTTP** (*Hyper Text Transfer Protocol*) (W3C) Protocolo de comunicación utilizado para transferir información en la Web, es un protocolo de petición/respuesta entre clientes y servidores utilizando TCP.
- **GridFTP v1.0** (*Grid File Transfer Protocol*) (GGF) Protocolo de transferencia de datos basado en el protocolo de Internet FTP, el cual fue extendido para proveer operaciones de alto rendimiento y satisfacer los parámetros de seguridad requeridos por el Grid.
- **OGSA-DAI** (*Database Access and Integration Services*) (GGF), es un producto del *middleware* que permite acceder a las bases de datos a través del Grid.
- **WSDL 2.0** (*Web Service Description Language*)(W3C),

5. Seguridad en el Grid

La seguridad en el Grid y en la seguridad en los sitios son dos cosas que se atacan de diferente manera, problemas de seguridad en los sitios solo afectan al sitio en cuestión, los administradores levantan una barrera y tratan de que no se repita el problema, en cambio, los problemas de seguridad en el Grid afectan a todos los sitios que lo conforman, y su solución puede que involucre a más de un administrador. La meta de la seguridad en el Grid es lograr la seguridad en las diferentes VOs sin coartar la autonomía de los sitios.

Entre las consideraciones de seguridad que deben ser tomadas en cuenta está el que los usuarios deben ser reconocidos en todos los sitios que compartan recursos con la VO a la que pertenezca el usuario. Es decir, es necesario autenticar y autorizar a los usuarios de tal manera que puedan utilizar todos los recursos disponibles en el Grid con un único login.

Desde el punto de vista de los usuarios, el Grid debe garantizar la confidencialidad de sus datos, para esto se utilizan una serie de algoritmos para pasar de archivos de texto plano a archivos encriptados y viceversa. El Grid utiliza para garantizar la integridad es provista chequeando la data utilizando funciones *hash* y/o los algoritmos MD5.

La autenticación de los usuarios se logra presentando algún *token* que no puede ser modificado, por ejemplo un certificado de usuario firmado por una autoridad de certificación reconocida. Cada usuario, servidor o servicio en el Grid debe ser autenticado, estos certificados incluyen cuatro atributos de información:

- *Distinguish Name* (DN): el cual identifica la entidad a la cual representa el certificado.
- La clave publica que pertenece a la entidad.
- La identidad de la autoridad de certificación (CA por sus siglas en ingles) que ha firmado el certificado.
- La firma digital de la CA.

El formato de codificación de estos servicios es el X509, que es un formato de data para certificados establecidos por IETF. Estos certificados pueden ser compartidos con otro software tales como los diferentes navegadores Web.

La no repudiación es la firma digital que se utiliza para afirmar que una entidad es responsable por un mensaje o acción. El algoritmo *Digital Signature Algorithm* (DSA) es utilizado para firmar más no para encriptar, además, se incluye el *Time Stamp Authority* (TSA) que es utilizado para colocar el lugar y el momento en el que fue realizada la transacción.

La autorización puede ser realizada directamente por el usuario o por un servidor de *proxies* cuando el usuario realice la delegación.

Confianza es definida como la confianza que se tiene a un tercero en la manera de controlar y monitorear sus recursos y que el comportamiento va a ser el apropiado siguiendo las políticas de seguridad, autorización y autenticación.

6. Grid Computing - Cloud Computing

Con Cloud Computing las compañías pueden escalar a capacidades masivas en un instante sin invertir en una nueva infraestructura, entrenar personal o comprar nuevas licencias de software, Cloud Computing es un beneficio para los pequeños y medianos negocios que quieren hacer outsourcing de su infraestructura de data o grandes compañías que quieren bajar la carga de la capacidad sin incurrir en el alto costo de construir centros de datos internamente. En ambos casos los consumidores del servicio usan lo que necesitan a través de Internet y pagan solo lo que usan.

La idea es que el consumidor o usuario no tenga necesariamente una PC, puede usar una aplicación desde el PC o compre una versión especifica para un PDA u otros dispositivos. El usuario no es propietario de la infraestructura, software o plataforma en la Cloud, no se encarga del mantenimiento de la red ni de los servidores. El consumidor puede acceder a múltiples servidores sin saber donde se encuentran localizados.

Entre las similitudes están:

- Ambos son escalables
- Los usuarios pueden realizar varias tareas de manera simultanea en uno o varios sitios.
- Ambos poseen acuerdos de niveles de servicio (SLAs por sus siglas en ingles) que garantizan la disponibilidad.

Entre las diferencias:

- Grid Computing hace énfasis en almacenamiento de data-intensiva, el Cloud Computing permite almacenar un numero de objetos, bien sea archivos de 1 byte, 5 GB o de TB.

- Grid Computing se enfoca en operaciones de calculo intensivo, Cloud Computing ofrece dos tipos: cálculos estándar o calculo intensivo. [6]
- Grid Computing es de código abierto, Cloud Computing no lo es. [7]
- En Cloud Computing, los usuarios dependen del proveedor de servicios, no así en Grid Computing.
- El Cloud Computing es hasta ahora un servicio por el cual el usuario debe pagar. Los Grids son financiados por los sitios que lo integran y por proyectos.

Cloud Computing son la el próximo paso en la evolución de la computación distribuida, por ahora se deben buscar, crear herramientas para hacer la transición de los usuarios y tratar de que el middleware utilizado por el Cloud Computing sea de código abierto.

6 Middlewares en EELA2

En el proyecto EELA2 los usuarios pueden escoger entre varios *middlewares*, en esta sección se da una introducción de dos de ellos: gLite y DIRAC.

6.1 gLite

gLite es uno de los *middlewares* para hacer Grid Computing utilizado por los experimentos del CERN¹⁰ LHC y en una gran variedad de dominios científicos. gLite provee un marco para construir aplicaciones Grid y utilizar el poder de la computación distribuida y recursos distribuidos a través de Internet. Actualmente es adoptado por más de 250 centros de computación y más de 15000 investigadores en Europa y alrededor del mundo, por ejemplo en Latino America.

La distribución de gLite es un conjunto de componentes que permiten la construcción de un Grid mediante la integración de los mismos. Entre ellos:

User Interface (UI): Es el punto de entrada de los usuarios al Grid, permite a los usuarios ejecutar comandos sencillos para listar los recursos disponibles para ejecutar los trabajos; enviar, cancelar, recuperar la salidas o mostrar el estatus de los trabajos; y realizar el manejo de la data a través de los diferentes elementos del Grid.
Computing Element (CE): es un servicio que reúne los o parte de los recursos del sitio, es una interfaz a los clusters, en el se instala un Sistema de Manejo de Recurso Locales (LRMS por sus siglas en ingles) que maneja un conjunto de nodos de trabajo dondese van a ejecutar los trabajos enviados por los usuarios.

Storage Element (SE) provee uniforme acceso a los recursos de almacenamiento, soportan protocolos de acceso a data e interfaces.

Information Service (IS): provee información acerca de los recursos que son parte del Grid.

Workload Management System (WMS) es el encargado de aceptar los trabajos y asignarlos al mejor CE que este disponible. Para esto se utiliza el *Push Model* los

¹⁰ <http://public.web.cern.ch/public/>

trabajados son asignados tan pronto como sea posible a los recursos, y entra en la cola hasta que el recurso este libre para ser ejecutado.

Virtual Organization Membership Service (VOMS) es una base de datos estructurada como una simple base de datos de cuentas con formatos fijos que permite el intercambio de información como un único login, tiempo de expiración. Y el manejo de múltiples VOs. [8]

6.2 DIRAC

El proyecto DIRAC fue desarrollado inicialmente por el LHCb¹¹ como un sistema de producción masivo para la simulación de data. Actualmente es un marco para la construcción de sistemas distribuidos, que provee acceso a diferentes tipos de recursos computacionales.

En este caso el WMS, está compuesto por una cola central de trabajos y un conjunto de agentes que se ejecutan en los diferentes recursos de computación, estos agentes pueden ser ejecutados en: un Grid, un cluster o en una computadora personal. Los agentes o pilotos son ejecutados como trabajos normales del Grid de gLite por ejemplo, y cuando el recurso está disponible se comunica con la cola central de trabajos y le es asignado un trabajo para su ejecución, este trabajo será asignado en el acuerdo a sus características y prioridades y a las capacidades del recurso. Es decir, se utiliza el *Pull Model*, el trabajo es enviado cuando el recurso esta disponible. Este modelo ha sido probado en situaciones extremas.

DIRAC permite la inclusión de todos los recursos de calculo y almacenamiento instalados con el *middleware* gLite. Un Web Portal fue desarrollado por el equipo DIRAC desde el cual los pueden consultar el estado, eliminar o reenviar sus trabajos.

DIRAC también soportan los trabajos MPI, siguiendo la idea de los trabajos pilotos se instala en los sitios una implementación de MPI, MPICH2¹², con la idea de que los trabajos MPI pueden ser ejecutados en sitios que provean o no explícitamente la capacidad de ejecutar trabajos en paralelo.

7 Conclusiones

Los Grids son una realidad, continúan desarrollándose y cada día aumenta el numero de posibilidades y el numero de científicos que lo utilizar para resolver los problemas con los cuales se encuentran utilizando grandes capacidades de calculo provistos por diferentes organizaciones.

¹¹ <http://lhcb.web.cern.ch/lhcb/>

¹² <http://www.mcs.anl.gov/research/projects/mpich2/>

Referencias

1. Foster, Ian. What is the grid? A tree point checklist. Argonne National Laboratory & University of Chicago. July 2002.
2. Foster, Ian; Kesselman, Carl. The grid: Blueprint for a New Computing Infrastructure. Argonne National Lab & University of Chicago. 1998
3. Braverman, Amy. Gather of the Grid. University of Chicago Magazine. April 2004. Consultado: 1ero Noviembre 2009. <http://magazine.uchicago.edu/0404/features/index.shtml>
4. Grid Computing. Consultado: 1ero Noviembre 2009. http://en.wikipedia.org/wiki/Grid_computing
5. Zaglacas, Georgiann. Grid Computing: Meeting the challenge s of an On Demand world. IBM. Septiembre 2004. Consultado: 1ero Noviembre 2009. <http://www.ibm.com/developerworks/rational/library/content/RationalEdge/sep04/zaglacas/index.html>
6. Myerson, Judith. Cloud Computing versus Grid Computing. IBM. Marzo 2009. Consultado: 1ero Noviembre 2009. <http://www.ibm.com/developerworks/web/library/wa-cloudgrid/>
7. An EGEE Comparative Study: Grids and Clouds – Evolution or Revolution. CERN. Julio 2008. Consultado: 1ero Noviembre 2009. https://edms.cern.ch/file/925013/4/EGEE-Grid-Cloud-v1_2.pdf
8. gLite. Consultado: 1ero Noviembre 2009. <http://en.wikipedia.org/wiki/GLite>
9. DIRAC Site. Consultado: 1ero Noviembre 2009. <https://twiki.cern.ch/twiki/bin/view/LHCb/DIRAC3Site>