Interfaz web para gestionar los recursos de supercomputación

Web interface to manage the resources of supercomputing

Jorge Cantón, Ana Silva, Juan Antonio Ortega

Resumen

La arquitectura presentada en el siguiente artículo, llamada Cluster Looking Glass (CLG), desarrollada por el Centro Informático científico de Andalucía (CICA) de la Junta de Andalucía, permite al usuario hacer uso de los recursos de computación a través de la web, eliminando la necesidad de introducir comandos por consola. La facilidad que da esta interfaz, extiende el uso de recursos de computación, hasta ahora elitistas, a un mayor número de investigadores sin la condición de tener un perfil técnico avanzado. Esta interfaz está operativa en el Portal de e-Ciencia de Andalucía (https://eciencia.cica.es), dando a los usuarios registrados acceso a los recursos de computación disponibles en la red RICA (Red Informática Científica de Andalucía).

Palabras clave: CICA, recursos de computación

Summary

The architecture presented in this article, called Cluster Looking Class (CLG), developed by The Scientific Computer Center (CICA) of Junta de Andalucía, allows the user to make use of resources through the web, eliminating the need to enter commands through a command line console. This ease of use extends the reach of computing services to a higher number of users, as a technical profile is no longer required. At present, this interface is operational at the Andalusian e-Science Portal (http://eciencia.cica.es), giving registered users access to computational resources connected to the RICA (Red Informática Científica de Andalucía) network.

Keywords: CICA, computacional resources

La arquitectura presentada permite al usuario hacer uso de los recursos de computación a través de la web

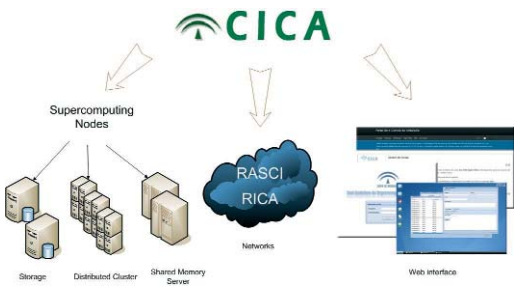
1. Introducción

La implantación de un clúster de tipo Beowulf necesitaba desarrollar un sistema que permita al usuario hacer uso de los recursos del clúster a través de la web, eliminando así tareas de ejecución de comandos por consola y acercando estos servicios al mayor número de investigadores posible.

Esta interfaz está operativa en el Portal de e-Ciencia de Andalucía

Existen multitud de soluciones que persiguen una idea similar pero ninguna consigue dotar al usuario de un control total de los servicios. Cluster Looking Glass persigue el objetivo de desvincular totalmente a los usuarios de cualquier tarea de consola, consiguiendo una gestión completamente vía web. Pero trae consigo una serie de problemas adicionales. Debido a que los usuarios acceden a través de la web, los problemas de seguridad se agravan. La seguridad es un punto importante a tratar en sistemas de estas características ya que su gran potencia de cómputo lo hace una herramienta muy poderosa para usos ilícitos, como puede ser la desencriptación de claves, que para un computador convencional sería una tarea imposible y sin embargo, más que viable para este tipo de sistemas.

FIGURA 1. ARQUITECTURA FÍSICA DE CLUSTER LOOKING GLASS



Cluster Looking Glass, a partir de ahora nos referiremos a ella como CLG, engloba una arquitectura lógica y física que permite al usuario gestionar sus tareas y el envío y recepción de trabajos de cómputo, desacoplando la arquitectura física del clúster de la interfaz web de usuario, acabando así con los problemas de seguridad que surgirían con otro tipo de arquitecturas.

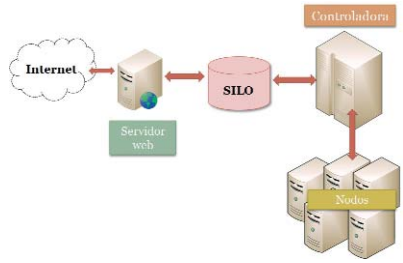
2. Arquitectura Física

El servidor web y la máquina controladora son independientes, pero ambas comparten un espacio común, es decir, existe una zona de la máquina controladora que es visible por el servidor web y su función es ejercer como zona de intercambio entre ellas.

En el caso de que se produzca una intrusión en el servidor web, un atacante no podría salir de la zona de intercambio

Esta zona de intercambio está exportada desde la máquina controladora mediante el protocolo NFS (Network File System) a la máquina que alberga el servidor web. Los permisos en esta zona son muy restrictivos en escritura y lectura, tan sólo el UID (User IDentifier) bajo el que se ejecuta el servicio web, tiene, dependiendo del caso, acceso a leer o a escribir. Este usuario sólo existe en la máquina servidor web, por lo que únicamente serán posibles las lecturas o escrituras procedentes de esta máquina. En el caso de que se produzca una intrusión en el servidor web, un atacante no podría salir de la zona de intercambio, ya que el UID del servidor web no tiene acceso al resto de la máquina controladora. Ni siquiera el usuario root de la máquina servidor web tendrá acceso al espacio compartido por lo que los temidos escalados de privilegios no tendrían efecto.

FIGURA 2. ARQUITECTURA FÍSICA DE CLUSTER LOOKING GLASS



El usuario debe disponer de un espacio privado dentro del cluster y de los permisos suficientes para gestionarlo

3. Arquitectura lógica

La arquitectura lógica de CLG nos indica cómo se realiza la comunicación entre las distintas máquinas que formarán nuestro cluster. El usuario debe disponer de un espacio privado dentro del cluster y de los permisos suficientes para gestionarlo. Desde el punto de vista de la máquina controladora, el usuario tendrá habilitada una cuenta personal y privada, con el espacio demandado. En ella, dicho usuario podrá albergar sus ficheros privados necesarios para el desarrollo de sus propósitos, así como datos y software pertinente. El interfaz web debe permitir visualizar este espacio personal de ficheros al usuario, de la forma más cómoda y transparente posible a la arquitectura subyacente.

Con dicho fin, y teniendo en cuenta nuestra arquitectura desacoplada, la máquina controladora debe comunicar a la máquina del servidor web toda la información del espacio del usuario demandado. Esto se realiza a través del espacio compartido (NFS) por ambas máquinas, de forma que la controladora dejará en ese espacio compartido, información sobre el espacio personal del usuario que la máquina servidora podrá usar para representar la distribución de ficheros del usuario. Es interesante tener en cuenta el detalle de que en el espacio compartido no se encuentran los ficheros del usuario, sino

información que representa éstos, proporcionando así la seguridad e integridad necesarias sobre estos ficheros privados.

FIGURA 3. ARQUITECTURA LÓGICA DE CLUSTER LOOKING GLASS

Así pues, entendiendo de esta forma el proceso de comunicación, pasaremos a definir la estructura lógica del espacio compartido (a partir de ahora lo llamaremos Silo) entre la controladora del cluster y el servidor web.

Nuestro Silo se divide a su vez en dos espacios lógicos que llamaremos silo-entrada y silo-salida. En el silo-entrada se almacenarán todos los ficheros que un usuario desee enviar al sistema desde el interfaz web. Esto quiere decir que en dicho silo-entrada tendremos un pequeño espacio asignado a cada usuario, de forma que los datos almacenados puedan relacionarse con su propietario.

La máquina servidor web debe tener permisos de escritura en el espacio asignado al silo-entrada

Hay que señalar que la máquina servidor web debe tener permisos de escritura en el espacio asignado al silo-entrada.

Por el contrario, el silo-salida es el espacio que usará la máquina controladora para dejar los informes sobre los usuarios, el estado del clúster y los resultados de cálculo. Este espacio sólo es escribible por la máquina generadora de dichos informes, dando únicamente permiso de lectura a la máquina servidor web que necesitará para capturar dicha información, asegurando así la integridad de los informes en caso de intrusión o sabotaje de la máquina servidor web. En este espacio, además de los informes generados por el sistema de colas instalado en la máquina controladora, también existirá un espacio por cada usuario donde se albergarán los informes sobre el espacio personal que posee cada usuario anteriormente comentado.

Este mecanismo de comunicación obliga a utilizar un protocolo estricto de intercambio de información

Los informes sobre el estado del cluster se generan periódicamente, en el transcurso de varios minutos; los informes sobre el espacio de personal de cada usuario sólo se regenerarán cuando se realice algún cambio sobre dicho espacio. Esto permite que el interfaz web de usuario consulte los datos en cualquier momento, de una forma muy eficiente debido a que se encuentra en un sistema de ficheros propio a la máquina (sistema compartido NFS) y eliminando el problema de continuas conexiones demandadas por los usuarios, entre el servidor web y la controladora.

Este mecanismo de comunicación obliga a utilizar un protocolo estricto de intercambio de información. Cualquier acción no contemplada en dicho protocolo estará prohibida, creando de esta forma una especie de jaula sobre el servidor web, que será la máquina con riesgo a ser atacada.

Aunque la máquina servidor web disponga de grandes medidas de seguridad, con esta arquitectura garantizamos que un ataque con éxito sobre dicho servidor web no podrá ser aprovechado para hacerse con el control de la controladora del cluster ni corromper los ficheros de la misma.

4. Interacción con el usuario

La autentificación de usuarios a través de la interfaz web para el acceso a los recursos del cluster juega un papel vital en la arquitectura CLG. Mediante la autentificación se facilita al usuario el trabajo con el cluster, ya que tan sólo tendrá que autentificarse una sola vez (Single Sign-on).

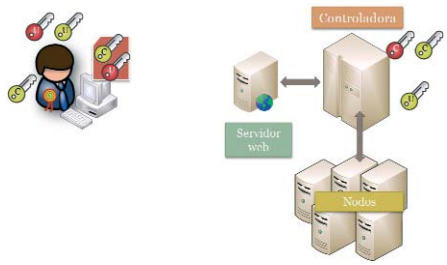
Se usa el método conocido como cifrado clave pública. Las claves serán dos, una pública que se almacena en el servidor y será visible por el resto del mundo y otra privada de la que tan sólo el usuario dispone.

El usuario tan sólo tendrá que autentificarse una sola vez

Con el fin de que la información del usuario del cluster sea confidencial e inalterable, se llevarán a cabo una serie de procesos basados en PKI. Una vez que el usuario se haya autentificado en la web mediante su certificado, podrá enviar tareas al cluster, las cuales suelen llevar asociadas ficheros de entrada que el usuario debe enviar al sistema de cálculo. Para esta tarea, que se realizará de forma transparente, el usuario recibirá la clave pública de la máquina controladora del cluster, que usará para cifrar los datos que desee enviar. Además, firmará estos datos digitalmente con su propia clave privada. De esta manera, se consigue que los datos del usuario sean únicamente legibles por la máquina controladora, gracias al cifrado, además de garantizar que los datos que se van a procesar son exactamente los que el usuario ha enviado, gracias a la firma digital.

Una vez la transferencia por la red de los datos cifrados y firmados ha concluido, la máquina controladora descifra los datos y comprueba la firma del usuario. Si todo ha ido bien, la tarea será enviada a los nodos de cálculo para su proceso.

FIGURA 4. INTERACCIÓN CON EL USUARIO EN CLUSTER LOOKING GLASS



Según el tipo de tarea, el cluster tiene configurados por defecto el uso de un número de procesadores óptimo

Cuando un nodo de cálculo finalice su tarea, devolverá los resultados a la máquina controladora que, usando la clave pública del usuario que envió la tarea y su propia clave privada, cifrará y firmará los resultados, de manera que únicamente el usuario propietario de los resultados pueda leerlos.

5. Interfaz Web

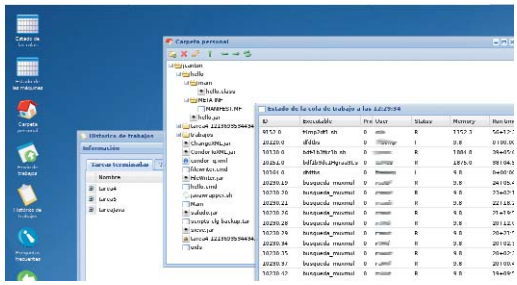
Un usuario de CLG no necesita especificar al interfaz web cómo se han de ejecutar sus tareas, ni cuantos nodos usará, etc. El interfaz sólo necesitará conocer el binario y los posibles argumentos de entrada, el resto de información necesaria para ejecutar la tarea, la intentará averiguar el propio CLG.

Siguiendo esta filosofía el sistema recibe un binario procedente del usuario y una lista de argumentos de entrada que pueden ser tanto ficheros como datos explícitos. Una vez recabada toda la información, el interfaz comprobará contra qué librerías está compilado el binario y con dicha información podrá decidir si es una tarea MPI o una tarea JAVA etc. Además, según el tipo de tarea, el cluster tiene configurados por defecto el uso de un número de procesadores óptimo, aunque esto puede ser configurado por el usuario.

El hecho de hacer un interfaz tan transparente para el usuario final, puede parecer que quita flexibilidad a usuarios experimentados. Pero no es así ya que una vez la interfaz analizada la tarea, construirá un informe que presentará al usuario, ofreciendo la posibilidad de modificarlo a usuarios experimentados. Se consigue así un interfaz polifacético, útil y práctico para cualquier usuario que desee hacer uso de los recursos ofertados por el cluster.

Por último cabe destacar que, la interfaz web de Cluster Looking Glass ha sido desarrollada con las últimas tecnologías web, de forma que parece simular un entorno de escritorio agradable para el usuario y muy similar a su entorno habitual de trabajo.

FIGURA 5. INTERFAZ WEB DE CLUSTER LOOKING GLASS



La interfaz web parece simular un entorno de escritorio agradable para el usuario y muy similar a su entorno habitual de trabajo

6. Conclusiones

Se ha presentado el diseño de una nueva arquitectura para la utilización de los recursos de un cluster a través de la web de forma transparente y segura para el usuario y la privacidad de sus datos. Cuando empezamos a trabajar en E-Ciencia Andaluza, encontramos unas necesidades hasta ahora no cubiertas lo que nos llevó a desarrollar nuestra propia solución. Cluster Looking Glass ha sido diseñado para conseguir difundir los servicios de cómputo al mayor número de personas posible de una forma muy sencilla, sin descuidar por ello una gran fortaleza contra ataques externos o usuarios malintencionados.

Todo esto hace posible el acercamiento de la tecnología a una comunidad muy heterogénea permitiendo así el avance tecnológico y el aumento en la demanda de este tipo de servicios, hasta ahora elitistas por lo complejo de su uso.

La aplicación permite el avance tecnológico y el aumento en la demanda de este tipo de servicios, hasta ahora elitistas por lo complejo de su uso

Referencias

[1] Thain D, Tannenbaum T, Livny M Distributed computing in practice: the Condor experience CONCURRENCY AND COMPUTATION-PRACTICE & EXPERIENCE 17 (2-4): 323-356 FEB-APR 2005

[2] Sild S, Maran U, Lomaka A, Karelson M Open computing grid for molecular science and engineering JOURNAL OF CHEMICAL INFORMATION AND MODELING 46 (3): 953-959 MAY 2006

[3] Linderoth J, Wright S Decomposition algorithms for stochastic programming on a computational grid COMPUTATIONAL OPTIMIZATION AND APPLICATIONS 24 (2-3): 207-250 FEB-MAR 2003

[4] McNab A The GridSite Web/Grid security system SOFTWARE-PRACTICE & EXPERIENCE 35 (9): 827-834 JUL 25 2005

[5] Reddy V, Swanson SM, Segelke B, et al. Effective electron-density map improvement and structure validation on a Linux multi-CPU web cluster: The TB Structural Genomics Consortium Bias Removal Web Service ACTA CRYSTALLOGRAPHICA SECTION D-BIOLOGICAL CRYSTALLOGRAPHY 59: 2200-2210 Part 12 DEC 2003

[6] Colajanni M, Yu PS A performance study of robust load sharing strategies for distributed heterogeneous Web server systems IEEE TRANSACTIONS ON KNOWLEDGE AND DATA ENGINEERING 14 (2): 398-414 MAR-APR 2002

[7] Humphrey M, Thompson MR, Jackson KR Security for Grids PROCEEDINGS OF THE IEEE 93 (3): 644-652 MAR 2005

[8] Donsey AW., Dunn MJ., Yang GZ.: ProteomeGRID:towars a hightroughput proteomics pipeline through opportunistic cluster image computing for twodimensional gel electrophoresis. Art. PROTEOMICS 4 (12): 3800-3812 DEC 2004

[9] Calleja M., Bruin R., Tucker MG., Dove MT., Tyer R., Alexandrov VN.: Collab orative grid infrastructure for molecular simulations: The eMinerals minigrid as a prototype integrated compute and data grid. Art. MOLECULAR SIMULATION 31 (5): 303-313 APR 30 2005 .

[10] Park CW., No J., Park SS.: Developing a consistent data sharing service over grid computing environments. Art. HIGH PERFORMANCE COMPUTING AND COMMUNICATIONS, PRECEEDINGS LECTURE NOTES IN COMPUTER SCIENCE 4208: 783-792 2006

[11] Guillerminet B., Boruvand Y., Chatelier E., Leroux F.: Experience from Tore Supra acquisition system and evolutions. Art. FUSION ENGINEERING AND DESING 71 (1-4) : 213-218 JUN 2004

Jorge Cantón
jcanton@cica.es

Ana Silva
asilva@cica.es

Juan Antonio Ortega
Aortega@cica.es

Centro Informático Científico de Andalucía