



SERIE: SISTEMAS DE ALMACENAMIENTO DISTRIBUIDO (VI)

Necesidades y tendencias del Almacenamiento Distribuido de información¹

Ricardo Marcelín Jiménez

Agosto de 2012

Las demandas de información crecen día con día y las instituciones actualmente deben realizar un gran esfuerzo para lograr administrar los grandes volúmenes de datos que manejan y producen cotidianamente. Además de ello, parte de la información que se maneja puede catalogarse como "altamente sensible" y no parece adecuado encargar su administración a terceros. En ese contexto, los sistemas de almacenamiento cumplen un papel fundamental. Evidentemente, entre más grandes sean las necesidades de almacenamiento, más se elevará el costo en un sistema centralizado, hasta volverse impagable; por ello, almacenar la información en un solo lugar ya no es viable, y hemos llegado a un punto en que sólo podemos plantear que la información se guarde de manera distribuida.

Una de las necesidades primordiales para estos sistemas es la capacidad que deben tener diversas organizaciones para intercambiar información, incluso cuando ésta sea incompatible. Para lograr que diversos sistemas se

¹Este artículo fue redactado por Fernando Barajas con base en la investigación *Hacia los sistemas de almacenamiento distribuido de información, orientados por la naturaleza de los contenidos*, cuyo responsable es el Dr. Ricardo Marcelín Jiménez, quien colabora en proyectos de investigación aplicada del Fondo de Información y Documentación para la Industria INFOTEC.



intercomunican es imposible pedirles a las organizaciones que unifiquen su sistemas de cómputo, pues han invertido grandes sumas en él; de ahí la necesidad de generar traductores de sistemas que trabajen en pos de la compatibilidad. Por otro lado, la personalización de la información también debe ser una prioridad en este campo. Por principio, se debe establecer un sistema que designe qué usuarios pueden acceder a determinados datos, dependiendo del lugar que ocupen en la organización. Bajo la misma idea, también se debe clasificar la información de modo que cada usuario pueda recuperar documentos que le interesan, aun cuando no conozca previamente estos documentos. Estas ideas son fundamentales para aquellos grupos que basan sus actividades en ambientes de trabajo colaborativo.

Con todas estas necesidades, los Sistemas de Almacenamiento Distribuido (SAD) y sus grandes beneficios saltan a la vista. Estos sistemas se encargan de repartir, estructurar y recuperar información diseminada en distintos discos interconectados. No se puede imaginar que los grandes volúmenes de datos con que se trabaja hoy en día se encuentren almacenados en el mismo lugar. El funcionamiento distribuido no sólo aumenta la capacidad de almacenamiento, sino que es capaz de aportar atributos de calidad superiores, particularmente los relacionados con la integridad, la confidencialidad y la disponibilidad de la información.

En un esfuerzo por clasificar los SAD se han llegado a establecer nueve criterios que, a su vez, ejemplifican nueve perspectivas para abordarlos. El primero es el **propósito del sistema**; se trata de sus funciones primordiales, ya



sea en términos de almacenamiento, o anotación o recuperación de datos. El segundo es **la arquitectura del sistema**, o la forma de interacción o distribución de trabajo entre los participantes. En tercer lugar se encuentran las **condiciones de operación**, elementos que determinan la arquitectura o el diseño de un sistema de acuerdo con sus posibilidades o límites. En cuarto lugar se encuentran los **patrones de utilización**, criterios para clasificar las cargas de trabajo que puede tener un sistema como éste.

El quinto criterio es la **consistencia de información**, o la manera de manejar las réplicas en un sistema que administre documentos vistos y modificados por varios usuarios a la vez. En sexto lugar se encuentra la **seguridad**, criterios para resguardar información sensible. El lugar número siete lo ocupa la **administración de unidades autónomas**, es decir, cómo se organizan diversas entidades administrativas en una sola red. La **federación de componentes** es el octavo criterio y es un complemento del anterior, pues se encarga de administrar la heterogeneidad de recursos. Finalmente, el noveno es el **encaminamiento**, la necesidad de crear caminos que conduzcan al sitio de almacenamiento de la información.

Existen diversos sistemas que exploran de diferente manera estos criterios. A continuación presentamos algunos de los más sobresalientes. Antes de pasar a la lista, vale la pena aclarar que todos cuentan con un sistema tolerante a réplicas, lo cual quiere decir que si dos usuarios revisan o modifican un solo documento al mismo tiempo, éste permanece disponible porque cuentan con diversas opciones para reconstruir el archivo. También cabe mencionar que estos sistemas no



comunican al usuario directamente con el almacén, sino que su petición pasa por diversos servidores para ser filtrada, con lo cual se previene posibles sobrecargas en el sistema.

Entre los SAD destacados a gran escala se encuentra *BigTable*, un sistema diseñado para datos estructurados que cuenta con varias funciones para que los usuarios generen sus propias aplicaciones. También podemos mencionar a *Dynamo*, constituido principalmente para datos sensibles que permite que el usuario elija el nivel de calidad que necesita. Por su parte, *Farsite* es un sistema que se propone proveer confiabilidad, disponibilidad y confidencialidad; pues todos los archivos que almacena se encuentran cifrados y es necesario contar con una firma electrónica para acceder a ellos.

En esta lista también cabe destacar el sistema *Gnutella*, el cual toma una consulta y la distribuye a distintos servidores que arrojan, cada uno, un tipo de referencia particular; por ejemplo, un nodo puede mostrar resultados relativos al nombre, otro al contenido y otro a la fecha de creación. El conocido *Napster* es un sistema peer to peer (P2P), o entre pares, diseñado para intercambiar archivos MP3. En pocas palabras, en este sistema los usuarios aportan cierto espacio de almacenamiento y recursos de red, las búsquedas se realizan en un servidor centralizado mientras que las transferencias se llevan a cabo entre usuarios directamente. Finalmente, *OceanStore* es un sistema a escala global que ofrece persistencia, alta disponibilidad y desempeño aún bajo condiciones dinámicas de trabajo o en situaciones adversas, como fallas o ataques.



Por otra parte, también existe una serie de SAD a pequeña escala cuyo funcionamiento vale la pena mencionar. *CEPH* es un software libre diseñado en principio para almacenar gigantescos volúmenes de información científica. Este sistema trabaja sin una tabla de índice que indique la localización de la información, por lo que siempre realiza un cálculo para determinar el lugar en el que se encuentra. No cuenta con un servidor centralizado, cualquier servidor disponible puede atender a cualquier usuario. *GFS* es el sistema utilizado por Google, el cual trabaja con un conjunto de dispositivos de almacenamiento de bajo costo, regidos por controladores que administran, monitorean y detectan fallas en la información. Estos controladores determinan el almacenamiento y la recuperación de los datos administrados. *GFS* es el sistema base de algunos SAD a gran escala como *BigTable*.

Otro sistema a pequeña escala es *GlusterFS*, sistema relativamente simple que cuenta con traductores para información diversa. En este sistema los usuarios no se comunican entre sí, sino que todos acceden individualmente a los volúmenes de información que solicitan. *HDFS* es un sistema distribuido, escalable y portable, ideal para almacenar grandes archivos. Estos archivos se replican al menos tres veces en diferentes servidores. Por su parte, los servidores se mantienen intercomunicados para rebalancear datos, remover copias o mantener replicas dependiendo del nivel de servicio que se solicite. Finalmente, *Lustre* funciona con tres unidades básicas: un servidor de metadatos, uno o más objetos de almacenamiento y uno o más servidores de almacenamiento objeto, los cuales guardan los datos del archivo.



Dentro de este mar de SAD, resalta el funcionamiento de sistemas que abandonan el esquema básico cliente/servidor por uno P2P. En pocas palabras, los P2P son sistemas que funcionan mediante nodos interconectados, capaces de auto-organizarse en topologías de red con el fin de compartir recursos como contenido, ciclos de CPU, almacenamiento y ancho de banda. Los P2P tienen una gran capacidad de adaptarse a fallas y no necesitan de ninguna autoridad o servidor centralizado. Si tuviéramos que resumir estos sistemas en tres palabras diríamos que son auto-organizados, simétricos y distribuidos.

Como podemos ver, los SAD representan un enorme campo de trabajo e investigación. Como parte fundamental del desarrollo tecnológico de nuestro tiempo, el almacenamiento de la información evoluciona constantemente en pos de garantizar que la sociedad de la información tendrá dónde guardar sus datos y una manera eficiente de recuperarlos, compartirlos y resguardarlos.

Si te interesó el artículo, también puedes consultar:

- [Investigación “Hacia los sistemas de almacenamiento distribuido de información, orientados por la naturaleza de los contenidos”](#)
- [Artículos de Divulgación INFOTEC](#)
- [Proyectos de Investigación Aplicada en INFOTEC](#)



Esta obra está sujeta a la licencia **Atributo-No comercial-Sin obras derivadas 2.5 México** de Creative Commons. Puede copiarla, distribuirla y comunicarla públicamente siempre que cite a su redactor, autor y la institución que la publican (INFOTEC), no la utilice para fines comerciales ni haga con ella obras derivadas.

La licencia completa se puede consultar en:
<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/2.5/mx/>

**Ricardo Marcelín Jiménez**

r.marcelin.jimenez@gmail.com



Doctor en Ciencias Computacionales por la Universidad Nacional Autónoma de México. Profesor del Área de Redes y Telecomunicaciones, del Departamento de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa. Como investigador, sus intereses son el almacenamiento distribuido, las redes inalámbricas de sensores y la simulación de eventos discretos. Actualmente, entre otras actividades, colabora con INFOTEC dirigiendo los proyectos “*Sistema de Imagenología Médica basada en Almacenamiento Distribuido*” y “*Sistema de Almacenamiento Distribuido basado en el Modelo de Nube*”.

INFOTEC es:

- Investigación - Educación - Soluciones integrales -