

Rendimiento de Cloud Computing Público para el Uso de E/S en Clusters

Belizán Maximiliano¹; Duarte David¹; Morales Martín^{1,2}; Encinas Diego^{1,3}.

¹Universidad Nacional Arturo Jauretche, Instituto de Ingeniería y Agronomía, Florencio Varela, Buenos Aires.

²Universidad Tecnológica Nacional, Unidad CodApli, FRLP, La Plata, Buenos Aires.

³Universidad Nacional de La Plata, Instituto de Investigación en Informática-LIDI, Facultad de Informática, La Plata, Buenos Aires.

Email: maximiliano.h.belizan@gmail.com, davito.duarte.22@gmail.com,
martin.morales@unaj.edu.ar, dencinas@unaj.edu.ar

Resumen

El futuro prometedor de Cloud Computing orienta y motiva a estudiar el despliegue de entornos de ejecución para cómputo paralelo y distribuido. Su avance global y masivo direcciona a un análisis de su utilización y su optimización para el manejo de grandes volúmenes de datos. A su vez, la gran oferta y competencia de proveedores de servicios Cloud Computing promueve la comparación de las prestaciones y facilidades que presenta cada uno de ellos, al menos los más importantes. Ante la escasez de trabajos de investigación de este tipo, con métricas comparables entre distintos Cloud públicos, se realiza este trabajo en busca de detallar cómo funciona Cloud Computing, generando un Clúster Virtual para observar y medir la velocidad y la capacidad con la que se manejan los datos de entrada/salida en estos sistemas. Para luego trazar una comparativa de rendimiento con los Cloud públicos involucrados en este trabajo, que son Amazon Web Service y Google Cloud.

Palabras Claves: Clúster, Entrada/Salida, Cloud Computing

1. Introducción

En la actualidad numerosas aplicaciones científicas trabajan con grandes cantidades de datos que necesitan cargarse o almacenarse en disco; por ejemplo, bioinformática, predicción del tiempo, modelado del clima, procesamiento de imágenes satelitales, entre otros. Para analizar las prestaciones en el acceso a disco existen benchmarks desarrollados con este propósito. Su

ejecución requiere del acceso a un cluster configurado para tal fin.

Con el propósito de realizar un análisis previo al despliegue de un cluster es que se propone el análisis de la utilización de herramientas virtualizadas y de plataformas de Cloud Computing.

El paradigma Cloud Computing consiste en la distribución de recursos informáticos on-demand, desde aplicaciones hasta centros de datos, a través de Internet, con un pago variable en función del uso. Es decir, se basa en un modelo para el cual los servicios, aplicaciones y almacenamiento se ponen a disposición de los usuarios por medio de Internet, a través de un servicio, generalmente, con un modelo de pago por consumo.

Los Cloud Privados permiten utilizar soluciones de seguridad avanzada, una alta disponibilidad y tolerancia a los fallos que no tienen cabida en la nube pública. Sin embargo, puesto que se trata de hecho de soluciones independientes, crear un Cloud privado sigue exigiendo una inversión significativa y, por consiguiente, no ofrece un beneficio económico a más corto plazo que sí ofrece el Cloud público.

En el Cloud privado, las empresas instalan su propio hardware de servidores y almacenamiento pero disfrutan de la flexibilidad de desplazar cargas de trabajo entre servidores cuando se producen picos de demanda o para introducir nuevas aplicaciones.

Google Cloud [1] es una plataforma que ha reunido todas las aplicaciones de desarrollo web que Google estaba ofreciendo por separado. Es utilizada para crear ciertos tipos de soluciones a través de la tecnología almacenada en la nube y permite, por ejemplo, destacar la rapidez y la escalabilidad de su infraestructura en las aplicaciones del buscador.

Amazon Web Services (AWS) [2] es un conjunto de servicios de Computación en la Nube ofrecidos a través

de internet por Amazon y que forman una plataforma de Computación en la Nube. Ofrece servicios de infraestructura para ejecutar aplicaciones en la nube. Estos servicios son utilizados por aplicaciones populares como Dropbox, Foursquare y HootSuite.

VirtualBox [3] es un software de virtualización que permite crear unidades de disco virtuales donde se puede instalar sistemas operativos adicionales, conocidos como (sistemas invitados), dentro de otro sistema operativo (anfitrión), cada uno con su propio ambiente virtual. Resulta una aplicación extremadamente útil para trabajar con sistemas operativos nuevos o versiones Betas inestables.

Un sistema Cluster se basa en la unión de varios servidores para que trabajen como si se tratase de uno solo. Se pueden crear distintos tipos de clusters, en función de lo que se necesite: Unión de Hardware, Clusters de Software y Alto rendimiento de bases de datos. En resumen, un cluster es un grupo de múltiples computadoras unidas mediante una red de alta velocidad, de tal forma que el conjunto es visto como una única computadora más potente.

En este caso se analizará la importancia de la entrada/salida en un cluster, para ver el procesamiento que tiene al recibir datos o instrucciones, en este caso del Master.

2. Metodología

Tanto AWS como Google Cloud proporcionan un conjunto completo de servicios de infraestructura que permiten computación, almacenamiento, bases de datos, redes y comunicaciones.

Los tipos de instancia abarcan varias combinaciones de capacidad de CPU, memoria, almacenamiento y redes. Le proporcionan flexibilidad para elegir la combinación de recursos adecuada para sus aplicaciones. Cada tipo de instancia incluye uno o varios tamaños de instancia, lo que permite escalar sus recursos según los requisitos de la carga de trabajo de destino.

StarCluster [4] es un conjunto de herramientas, de código abierto, para poner en marcha grupos de nodos de computación virtuales dentro del Amazon Elastic Compute Cloud (EC2). StarCluster simplifica el proceso de construcción, configuración y gestión de grupos de máquinas virtuales en la nube EC2 de Amazon para la investigación científica y de alto rendimiento de computación.

Además, MPICH [5] es una implementación de alto rendimiento y ampliamente portátil del estándar Message Passing Interface (MPI es una norma estándar de paso de mensaje para aplicaciones de memoria distribuida que utilizan computación paralela). MPICH se ejecuta en sistemas paralelos de todos los tamaños, desde los nodos

de múltiples núcleos a los cluster de grandes supercomputadores. También proporciona un vehículo para la aplicación de investigación MPI y para el desarrollo de entornos de programación paralela nuevos y mejores.

Por otro lado, IOR Benchmark [6] se utiliza para probar el rendimiento de los sistemas de archivos paralelos utilizando diferentes interfaces y los patrones de acceso. IOR usa MPI para el proceso de sincronización.

3. Escenario

Para realizar el análisis se crea un cluster con 6 nodos (1 Master y 5 nodos) y tamaños diferentes de lectura y escritura de datos para IOR. Como puede verse en la Figura 1 esto se realizará en AWS con StarCluster con Ubuntu LTS 16.04 [7] como sistema operativo, en Google Cloud con Ubuntu LTS 16.04 como sistema operativo y en VirtualBox con Ubuntu mini por una cuestión de recursos. El hardware tanto de AWS como de Google Cloud es similar, un solo CPU con 1 GB de memoria por cada nodo.

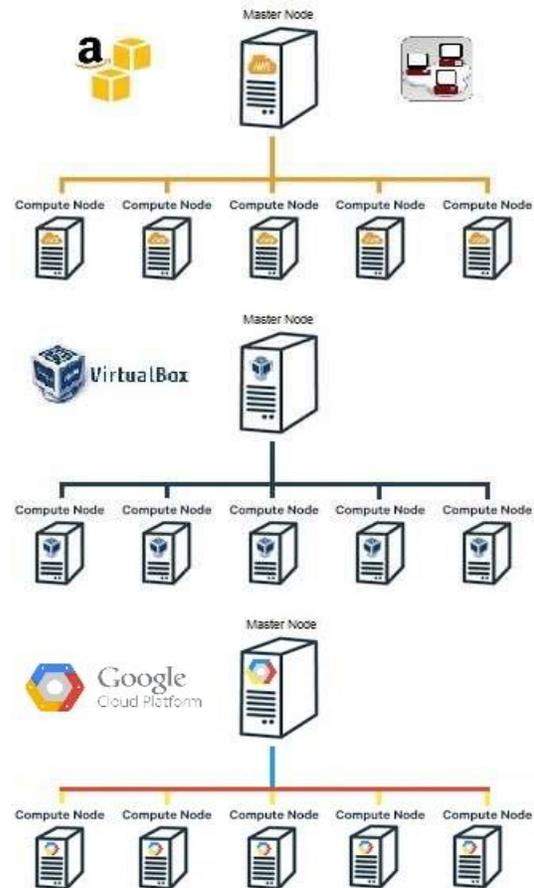


Figura 1. Cluster virtual en AWS, VirtualBox y Google Cloud.

Para esto fue necesario implementar la conexión SSH. El proceso en VirtualBox y Google Cloud es similar, en AWS la herramienta StarCluster ya los conecta. Luego se instala MPICH e IOR en cada una de las máquinas

Con el fin de probar las operaciones paralelas de E/S con un amplio rango tanto en el número de procesos que las realizaban como en el tamaño de los datos transferidos, se ha ejecutado el benchmark con el siguiente comando [8]:

```
mpirun -np NP ./IOR -a POSIX -cg -wWr -i 5 -t 512k -b B -k -o prueba
```

- Cada prueba será ejecutada mediante NP procesos, inicialmente se utilizará la implementación POSIX I/O y se repetirá 5 veces.
- Las operaciones I/O serán colectivas y estarán sincronizadas mediante distintas barreras.
- Se realizarán operaciones tanto de escritura como de lectura y se comprobarán dependencias de tipo “read after write”.
- Se administrará un archivo independiente por proceso.
- Cada operación I/O involucrará una transferencia de un bloque de datos de a lo sumo 512 kibibytes.
- Cada proceso escribirá y leerá un bloque de datos de tamaño B hacia y desde un archivo compartido y accedido por todos los procesos.
- El resultado de la prueba será un único archivo llamado “prueba” que se creará en el mismo directorio en el que esté trabajando actualmente el terminal de comandos y que no se borrará luego de la finalización de la misma.

Referencias:

- 1 kibibyte (KiB) = 1024 bytes
- 1 mebibyte (MiB) = 1024 kibibytes

4. Resultados

En la Tabla 1 y 2 se incluyen los resultados obtenidos si se ejecuta el benchmark IOR en el entorno de VirtualBox, tanto para la escritura como para la lectura:

Tabla 1. Tiempo de escritura en VirtualBox

NP	B(MiB)	Escritura (MiB/seg)		
		Máx.	Mín.	Prom.
2	2	53.06	24.5	40.57
	4	53.99	42.45	49.74

	8	62.08	31.27	52.81
4	2	37.58	5.87	25.47
	4	69.74	1.42	44.44
	8	72.53	1.92	52.45
8	2	22.66	5.47	13.66
	4	37.35	2.11	21.74
	8	31.46	1.74	22.45

Tabla 2. Tiempo de lectura en VirtualBox

NP	B(MiB)	Lectura (MiB/seg)		
		Máx.	Mín.	Prom.
2	2	587.52	73.84	222.34
	4	812.5	515.35	691.13
	8	1205.71	926.38	1074.17
4	2	57.92	35.84	46.88
	4	126.84	33.02	81.06
	8	14.52	5.04	9
8	2	25.59	14.48	22.72
	4	27.67	8.46	20
	8	34.58	14.86	25.07

Si se observa para un tamaño constante de datos transferidos puede verse que a medida que aumenta el número de procesos, se nota una gran disminución en la performance tanto para escritura como para lectura. Obviamente la baja de rendimiento es mayor para la operación de escritura ya que es más costosa que la operación de lectura.

En la Tabla 3 y 4 se puede observar los resultados obtenidos al ejecutar el mismo benchmark en el contexto de AWS.

Tabla 3. Tiempo de escritura en AWS

NP	B(MiB)	Escritura (MiB/seg)		
		Máx.	Mín.	Prom.
2	2	1501.18	335.25	1138.98
	4	2554	1944.73	2267.01
	8	3604.52	1210.04	2733.49
4	2	1152.76	920.26	1065.02
	4	2277.35	1530.91	2021.93

	8	3924.38	1553.25	3334.59
8	2	400.04	256.2	329.66
	4	692.54	615.37	651.92
	8	1263.02	1099.36	1183

Tabla 4. Tiempo de lectura en AWS

NP	B(MiB)	Lectura (MiB/seg)		
		Máx.	Mín.	Prom.
2	2	1524.65	1164.76	1403.9
	4	3495.25	2789.93	3046.74
	8	6018.19	5214.77	5540.75
4	2	1241.47	1097.34	1171.82
	4	2738.58	2147.83	2440.05
	8	4881.89	2645.57	4310.84
8	2	333.41	253.22	304.31
	4	799.89	569.35	685.03
	8	1857.02	1099.74	1511.73

En la Tabla 5 y 6 se puede observar los resultados obtenidos al ejecutar el mismo benchmark en Google Cloud

Tabla 5. Tiempo de escritura en Google Cloud

NP	B(MiB)	Escritura (MiB/seg)		
		Máx.	Mín.	Prom.
2	2	2877.25	1607.32	2554.49
	4	3282.89	1758.53	2895.07
	8	3173	2026.11	2813.35
4	2	3713.83	1531.75	3210.23
	4	5034.05	2550.02	4491.72
	8	5615.33	1490.3	4617.13
8	2	460.68	292.51	383.48
	4	954.34	495.91	809.96
	8	1454.03	1050.61	1339.14

Tabla 6. Tiempo de lectura en Google Cloud

NP	B(MiB)	Lectura (MiB/seg)		
		Máx.	Mín.	Prom.

2	2	4401.16	3741.57	4182.95
	4	6146.63	5376.45	5738.77
	8	6362.24	5779.77	6079.49
4	2	5045.78	4601.54	4857.81
	4	7707.46	7241.7	7439.48
	8	10116.66	9537.93	9820.2
8	2	513.12	374.16	431.9
	4	1247.12	952.99	1056.17
	8	2209.18	1504.95	1902.12

Al igual que en VirtualBox y AWS, en Google Cloud se nota la disminución de la performance para las dos operaciones a medida que aumenta el número de procesos. Aun así se puede ver una gran diferencia entre VirtualBox contra AWS y Google Cloud. Centrándose en estos dos últimos, objetos de este estudio, se observan pequeñas diferencias pero una tendencia bastante marcada en cuanto al rendimiento.

Esto puede verse mejor en la Figura 2 y 3. En la primera se comparan los valores promedios para la operación de lectura en los tres ambientes de experimentación. Y en la figura 3 los valores promedio de escritura.

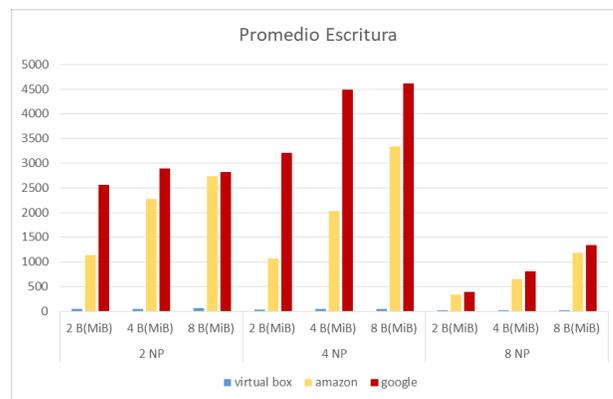


Figura 2. Operaciones de lectura

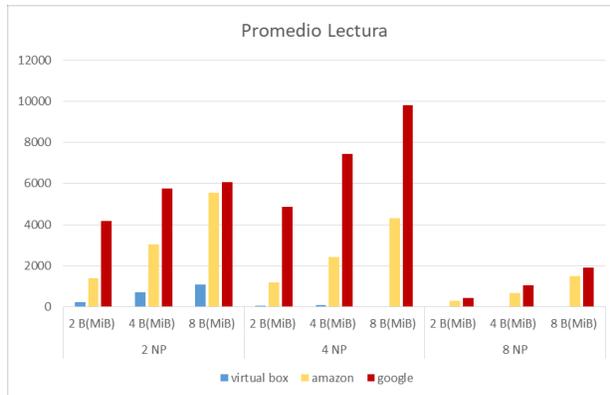


Figura 3. Operaciones de escritura

5. Conclusiones

Conforme a lo esperado en los tres ambientes puede notarse que si se mantiene constante el número de procesos involucrados en las operaciones de E/S, la velocidad de estas últimas tiende a decaer a medida que aumenta el tamaño de los bloques transferidos.

También se puede hacer otra gran diferencia evidente entre dos escenarios distintos, el de VirtualBox y el de AWS junto con Google Cloud. Ya que se observa una gran diferencia de performance. Esto se debe a que la infraestructura de AWS y Google Cloud proveen la posibilidad de conseguir un paralelismo más eficiente y obtener resultados más convincentes y concluyentes. Las características del hardware son diferentes pero aun así se advierte que al virtualizar el cloud no se obtendrán los mismos resultados y que la utilización de VirtualBox va a disminuir las prestaciones.

Por lo tanto solo se puede mencionar los resultados de VirtualBox como una referencia y destacar que el comportamiento observado es el mismo a los otros dos cloud públicos; en el cual cuando con más recursos se dispongan más se acercará a ser una referencia con mayor validez. Esto podría utilizarse para un escenario de cluster virtuales desplegados en VirtualBox con el fin de predecir al menos una tendencia.

Al analizar las diferencias entre el cloud en AWS y el cloud en Google Cloud, se puede observar un dato interesante. Los resultados en Google Cloud son mejores, y en este caso el hardware de los nodos son iguales, incluso la ubicación (east-eeuu) en donde fueron desplegados. La diferencia es mínima pero sería de gran utilidad a la hora de elegir entre los dos.

Cómo trabajos futuros se propone replicar el escenario utilizando Windows Azure con el fin de corroborar el comportamiento en AWS y Google Cloud. También es

de interés instalar otros benchmarks enfocados a E/S como BT-IO [9].

También se propone, la instalación de Sistemas de Archivos paralelos, cómo PVFS-2 y LUSTRE. Para de esta manera variar el tamaño de los datos transmitidos y conocer el comportamiento de las distintas infraestructuras de Clouds públicos frente al uso intensivo de datos.

6. Referencias

- [1] Google Cloud: Cloud Computing, servicios de alojamiento y APIs de Google Cloud. <https://cloud.google.com/> Agosto 2017
- [2] Amazon Web Services (AWS)-Cloud Computing Services. <https://aws.amazon.com> Agosto 2017
- [3] Oracle-VirtualBox. <https://www.virtualbox.org/> Agosto 2017
- [4] "Starcluster by mit." <http://http://star.mit.edu/>. Agosto 2017
- [5] MPICH. <https://www.mpich.org/>. Agosto 2017
- [6] W. Loewe, T. MacLarty, and M. C, IOR Benchmark, 2012. Agosto 2017
- [7] Ubuntu. <https://www.ubuntu.com/download/desktop>. Agosto 2017
- [8] Shan, Hongzhang; Shalf, John. Using IOR to analyze the I/O Performance for HPC Platforms. 2007
- [9] Constantinos Evangelinos; Chris N. Hill. Cloud Computing for parallel Scientific HPC Applications: Feasibility of running Coupled Atmosphere-Ocean Climate Models on Amazon's EC2. 2008.