

Utilización de Cloud Computing para predecir performance 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, Laboratorio de Ingeniería en Sistemas de Información, 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, davidjulianduarte@gmail.com, martin.morales@unaj.edu.ar, dencinas@unaj.edu.ar

Resumen

Más allá de las potenciales características y beneficios que brinda un Cloud es de gran interés estudiar el despliegue de entornos de ejecución para cómputo paralelo y distribuido. El avance masivo de Cloud Computing motiva a analizar su utilización y su optimización para el manejo de grande volúmenes de datos. En este trabajo se detalla cómo funciona Cloud Computing, generando un Clúster Virtual para observar, medir la velocidad y la capacidad con la que se manejan los datos de entrada/salida en estos sistemas. Para esto, se emplean dos de las herramientas más usadas en la actualidad en el ambiente de desarrollo y virtualización: VirtualBox y Amazon Web Services.

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.

Windows Azure [1] es el sistema operativo en la nube de Microsoft. Proporciona un entorno gestionado para la ejecución y el despliegue de aplicaciones y servicios en la nube. Windows Azure proporciona a los desarrolladores un entorno de computación bajo demanda y almacenamiento alojado en los centros de datos de Microsoft para aplicaciones en la web.

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, 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

AWS proporciona 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 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 [5] 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 y con VirtualBox usando Ubuntu mini.

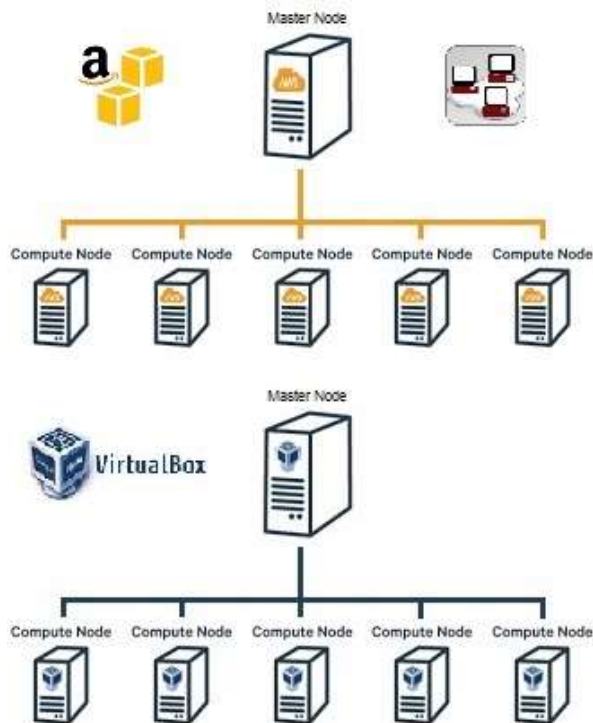


Figura 1: Cluster virtual en AWS y VirtualBox

Para esto fue necesario implementar la conexión SSH (sólo en VirtualBox, StarCluster ya los conecta) y luego instalar 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

```
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 se incluyen los resultados obtenidos si se ejecuta el benchmark IOR en el entorno de VirtualBox:

Tabla 1

NP	B (MiB)	Escritura (MiB/seg)			Lectura (MiB/seg)		
		Máx	Mín	Prom	Máx	Mín	Prom
2	2	53.06	24.50	40.57	587.52	73.84	222.34
	4	53.99	42.45	49.74	812.50	515.35	691.13
	8	62.08	31.27	52.81	1205.71	926.38	1074.17
4	2	37.58	5.87	25.47	57.92	35.84	46.88
	4	69.74	1.42	44.44	126.84	33.02	81.06
	8	72.53	1.92	52.45	14.52	5.04	9.00
8	2	22.66	5.47	13.66	25.59	14.48	22.72
	4	37.35	2.11	21.74	27.67	8.46	20.00
	8	31.46	1.74	22.45	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 2 se puede observar los resultados obtenidos al ejecutar el mismo benchmark en el contexto de AWS

Tabla 2

NP	B (MiB)	Escritura (MiB/seg)			Lectura (MiB/seg)		
		Máx	Mín	Prom	Máx	Mín	Prom
2	2	1501.18	335.25	1138.98	1524.65	1164.76	1403.90
	4	2554	1944.73	2267.01	3495.25	2789.93	3046.74
	8	3604.52	1210.04	2733.49	6018.19	5214.77	5540.75
4	2	1152.76	920.26	1065.02	1241.47	1097.34	1171.82
	4	2277.35	1530.91	2021.93	2738.58	2147.83	2440.05
	8	3924.38	1553.25	3334.59	4881.89	2645.57	4310.84
8	2	400.04	256.20	329.66	333.41	253.22	304.31
	4	692.54	615.37	651.92	799.89	569.35	685.03
	8	1263.02	1099.36	1183.00	1857.02	1099.74	1511.73

Al igual que utilizando VirtualBox se nota la disminución de la performance para las dos operaciones a medida que aumenta el número de procesos. Pero se nota una mayor velocidad obtenida en valores absolutos tanto para escritura como para lectura. Esto puede verse mejor en la Figura 2, en la cual se comparan los valores promedios para la operación de lectura en los dos ambientes de experimentación.

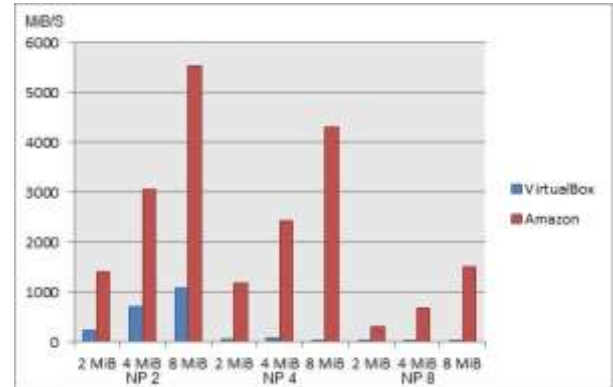


Figura 2: Operaciones de lectura

5. Conclusiones

Conforme a lo esperado en los dos 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.

Si bien la utilización de una herramienta como VirtualBox es más sencilla de configurar, debido a su popularidad y flexibilidad, en la Figura 2 puede verse su baja performance en el momento de requerir un uso intensivo de E/S en el caso de un cluster.

En cambio con la utilización de StarCluster comprobamos que el mismo escenario desplegado en VirtualBox tiene un mejor rendimiento en Amazon Web Services. Esto se debe a que la infraestructura de AWS provee la posibilidad de conseguir un paralelismo más eficiente y obtener resultados más convincentes y concluyentes.

Con esta experiencia puede verse el gran potencial de rendimiento que tienen los cluster generados en AWS, en cuanto a entrada/salida se refiere. Aunque, si bien la performance es menor con VirtualBox al menos muestra un comportamiento similar al encontrado en AWS. Podría utilizarse un escenario de cluster virtuales desplegados en VirtualBox antes de realizar lo mismo en AWS con el fin de predecir una tendencia al menos.

Cómo trabajos futuros se propone replicar el escenario utilizando Windows Azure con el fin de corroborar el comportamiento en AWS. También es de interés instalar otros benchmarks enfocados a E/S como BT-IO.

Referencias

- [1] Microsoft Azure: Cloud Computing Platform & Services. <https://azure.microsoft.com> Agosto 2016
- [2] Amazon Web Services (AWS)-Cloud Computing Services. <https://aws.amazon.com> Agosto 2016
- [3] Oracle-VirtualBox. <https://www.virtualbox.org/> Agosto 2016
- [4] “Starcluster by mit.” <http://http://star.mit.edu/>. Agosto 2016
- [5] W. Loewe, T. MacLarty, and M. C, IOR Benchmark, 2012. Agosto 2016