

Laboratorio de Computación de Alto Rendimiento

Juan David Pineda Cárdenas
juan.david.pineda@gmail.com
Universidad de Medellín
Medellín, Colombia

8 de noviembre de 2013

Resumen

Este laboratorio introduce los conceptos fundamentales de la computación de alto rendimiento por medio de la utilización de máquinas virtuales con un sistema operativo distribuido.

1. Introducción

Los pasos a seguir dentro de este laboratorio lo pondrán en contexto con respecto a los distintos elementos que se deben tener en cuenta al iniciarse en la computación de alto rendimiento. Se usará inicialmente una máquina virtual previamente creada por el tutor y a continuación se preparará el entorno ideal para emular un cluster de computadoras. Una vez instalado y configurado correctamente dicho entorno distribuido, se procederá a bajar algunos ejemplos de computación paralela, usando OpenMP y MPI. Queda en manos del estudiante analizar el código.

2. Procedimiento

A continuación se describen todos los pasos para instalar, configurar y poner en marcha un ambiente virtualizado para realizar pruebas de código paralelo.

2.1. Configuración del Nodo Maestro

1. Asegúrese de que su computadora tiene habilitada en la BIOS la capacidad de virtualización en el procesador.
2. Descargue e instale la última versión de Virtual Box de www.virtualbox.org¹.
3. Descargue adicionalmente el “Extension Pack”, el cual podrá encontrar en la misma página de descargas de virtualbox.
4. Una vez instalado VirtualBox en su computador, proceda a instalar el Extensión Pack: En VirtualBox acceda al menú Archivo → Preferencias → Sección Extensiones → Proceda a instalar el “Extension Pack”. Luego vaya a la sección Red → Adicione una red Sólo Anfitrión². Haga click en aceptar para finalizar la operación.
5. Descargue la máquina virtual del nodo Master de la dirección: <http://goo.gl/8eTJOr>
6. En VirtualBox, importe desde el Menú → Importar Appliance. Deje la configuración por defecto y **no** reinicialice la dirección MAC.
7. Señale la máquina virtual llamada “Master” y vaya a la configuración y revise la siguiente configuración en esta:
 - En la sección Sistema, pestaña Procesador, debe tener dos procesadores y habilitado PAE/NX.
 - En la sección Red, pestaña Adaptador 1, deberá estar configurado como NAT. En la pestaña Adaptador 2 deberá estar en Adaptador Sólo-Anfitrión y el nombre deberá ser `vboxnet0`³.
 - Acepte todos los cambios.
8. Señale la máquina Master e iníciela.

¹En el momento de escribir este documento se puede descargar del siguiente enlace: <https://www.virtualbox.org/wiki/Downloads>

²Esta debe ser la primera interfaz de red de Sólo Anfitrión que se crea, si ya está creada por favor no cree otra adicional.

³Tenga en cuenta que este adaptador se llama `vboxnet0` en Linux, en Windows tendrá otro nombre, lo más importante es que sea la primera interfaz de red de Sólo Anfitrión, ya que sino dará lugar al problema de reasignación de interfaces de red dentro del nodo Master, en otras palabras, asignará las interfaces `eth2` y `eth3` en vez de asignar `eth0` y `eth1` a la NAT y a la Sólo Anfitrión respectivamente.

9. Una vez iniciada la máquina virtual del Master proceda a crear una nueva máquina virtual como Nodo Trabajador a partir de los siguientes pasos:

- Haga click en Crear Nueva Máquina.
- El nombre será *compute-0-0*.
- El tipo será Linux.
- La versión será Red Hat de 64 bits.
- Click en siguiente.
- Asigne 1024 Megabytes de Memoria RAM⁴.
- Cree el disco duro con 30 gigas de espacio, recuerde que esto se asignará dinámicamente. El tipo de disco duro será VDI y dinámicamente asignado.

10. Una vez creado el nodo trabajador se procede a configurarlo a partir de los siguientes pasos:

- Señalar la máquina *compute-0-0* y dar click en Configurar.
- En la pestaña Sistema, asegúrese de que tenga la cantidad de memoria RAM correcta, deshabilite el *floppy disk*, habilite la red como dispositivo de *booteo* y además súbalo como primer dispositivo, sólo deberá quedar la tarjeta de red como primera opción y como segunda el disco duro de la máquina virtual, de esta manera nos aseguramos que esta máquina virtual pueda instalarse automáticamente de manera desatendida, por esta razón el clúster es escalable. En la pestaña Procesador asegúrese de que hay dos procesadores y está habilitado PAE/NX.
- En la sección Red deberá configurar sólo la primera interfaz de red y deberá estar configurada como Sólo-Anfitrión y deberá tener *vboxnet0*.
- Acepte los cambios.

⁴La cantidad de memoria RAM asignada será proporcional a la que tenga el sistema en el cual están las máquinas virtuales. Igual con el disco duro y los procesadores, sin embargo, para efectos de ver la paralelización en memoria compartida se recomienda tener 2 procesadores por máquina

11. Repita los pasos para crear otro nodo si lo considera necesario para crear el *compute-0-1*, siempre y cuando la computadora que usted tiene soporte una tercera máquina virtual ejecutandose al tiempo que el Nodo Master y el *compute-0-0*
12. Ingrese en el Nodo Master como usuario **root** y la contraseña es **apolito123!**
13. Abra una consola
14. Ingrese el comando **insert-ethers**
15. Escoja **Compute**. Aparecerá una interfaz de consola mostrándole los nodos agregados en la medida que se les vaya asignando IP por medio de DHCP y una imagen de Linux para instalar con PXE.
16. Encienda de uno en uno los Nodos trabajadores que haya creado, empezando por el *compute-0-0* y así sucesivamente. Observará que aparece en la interfaz **insert-ethers** la dirección MAC del Nodo Trabajador, se le asignará el nombre *compute-0-0* y si aparece un símbolo de asterisco es porque recibió exitosamente la imagen para la instalación de Linux.
17. Una vez de que los nodos se termine de instalar automáticamente salga de la interfaz de **insert-ethers** en el Master con la tecla F8.
18. Ingrese al directorio especificado con el siguiente comando: **cd /export/apps/installers**
19. Descargue el instalador del comando **htop** con la siguiente instrucción:
wget http://goo.gl/TDWExw
20. Instale **htop** en el nodo Master con la siguiente instrucción: **rpm -ivh htop*.rpm**
21. Ahora instale masivamente **htop** en el resto del clúster con el siguiente comando: **rocks run host ‘rpm -ivh /share/apps/installers/htop*.rpm’**
22. El cluster está completo.

2.2. Configuración de los Nodos Esclavos

1. Una vez que se tiene el nodo Master funcionando y por lo menos un nodo trabajador como el *compute-0-0* se procede a realizar los siguientes pasos de configuración:
 - Adicione un usuario sin privilegios con los siguientes comandos⁵:
 - `adduser jdpinedac` Para crear un usuario sin privilegios
 - `passwd jdpinedac` Para cambiar la contraseña del usuario
 - `rocks sync users` Para sincronizar el usuario creado en todo el cluster, este usuario estará creado tanto en el nodo master como en los nodos trabajadores.
 - `su - jdpinedac` Para que el usuario `root` se convierta en el usuario sin privilegios. Se le harán algunas preguntas de contraseñas, déjelas vacías presionando la tecla *enter* varias veces.

2.3. Compilación y Ejecución del Código de Ejemplo

1. Una vez esté en el directorio *home* del usuario sin privilegios proceda a bajar los ejemplos de la página <http://goo.gl/RcJg58>
2. Descomprima el archivo con el comando `tar xvf ejemplos.tar.gz`
3. Deberán aparecer dos carpetas: `EjemploMPI` y `EjemploOpenMP`, verifique el contenido de ambas carpetas.
4. Para evaluar el ejemplo de la Carpeta `EjemploOpenMP` realice los siguientes pasos:
 - `cd EjemploOpenMP` Para ingresar a la carpeta.
 - `nano jacobi2d_main_omp.f90` para editar el archivo principal. Se recomienda ver un tutorial del editor de texto `nano`.
 - `make` para compilar el código
 - `./jacobi2d.exe` para ejecutar el programa.

⁵En adelante el usuario de ejemplo será `jdpinedac`, pero usted podrá asignar el nombre de usuario que desee

- Haga los análisis correspondientes, cambie el código de manera conveniente y saque conclusiones con respecto al rendimiento con la memoria compartida. Tenga en cuenta que esto se estaría ejecutando en el nodo Master. Apóyese del comando `htop` para llegar a las conclusiones correctas.
5. Para evaluar los ejemplos de la Carpeta **EjemploMPI** realice los siguientes pasos:
- `cd EjemploMPI` Para ingresar a la carpeta. Encontrará tres ejemplos, evalúelos en el siguiente orden: `holamundo`, `arreglos` y `pi`.
 - Recuerde que tiene que crear el machine file. Se puede crear manualmente escribiendo el nombre de los distintos nodos trabajadores en un archivo que se puede llamar `machines.txt`, teniendo en cuenta que debe ir el nombre de un nodo trabajador por cada línea del archivo. Otra forma de hacerlo, automáticamente pero que requiere ser verificada es: `rocks run host hostname >machines.txt`
 - Una vez creado el archivo de máquinas entonces debe proceder a compilar el código del ejemplo que haya escogido con el siguiente comando: `mpicc -o ejemploescogido ejemploescogido.c` donde `ejemploescogido` es el nombre del ejemplo.
 - Una vez compilado el código, deberá ejecutarlo en paralelo con el siguiente comando `mpirun -n NroNucleos -machinefile machines.txt ./ejemploescogido` donde `NroNucleos` es la sumatoria de los núcleos que se tienen en los nodos trabajadores.
 - Analice lo que pasa con cada uno de los ejemplos, recuerde ver el consumo de los recursos con el comando `htop` ingresando a cada uno de los nodos trabajadores ingresando con el comando `ssh nombrenodotrabajador`, por ejemplo `ssh compute-0-0`.
 - Saque conclusiones y documente que comportamientos observó y bajo que circunstancias en cada uno de los ejemplos. Dé una explicación de cada uno de los comportamientos encontrados. Recuerde variar el número de núcleos, nodos o hilos usados en las simulaciones, teniendo en cuenta el tipo de estrategia usada y el algoritmo implementado.

2.4. Recursos

- Software Carpentry – The Shell – <http://goo.gl/p6aV50>
- Parallel Computing Introduction – LLNL – <http://goo.gl/jocy5>
- juan.david.pineda@gmail.com